

Universidade Federal de Juiz de Fora
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Química
Programa de Pós-graduação em Química

Vinícius da Silva Carvalho

Ensino de Química e as Avaliações de Grande Escala: percepções e apropriações do Enem
na prática do docente em Química

Juiz de Fora
2024

Vinícius da Silva Carvalho

Ensino de Química e as Avaliações de Grande Escala: percepções e apropriações do Enem
na prática do docente em Química

Tese apresentada ao Programa de Pós- Graduação em
Química da Universidade Federal de Juiz de Fora
como requisito parcial à obtenção do título de Doutor
em Química. Área de concentração: Educação.

Orientadora: Profa. Dra. Andréia Francisco Afonso

Juiz de Fora

2024

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) aut

Carvalho, Vinícius da Silva.

Ensino de Química e as Avaliações de Grande Escala : percepções e apropriações do Enem na prática do docente em Química / Vinícius da Silva Carvalho. -- 2024. 454 f : il

Orientadora: Andréia Francisco Afonso

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Química, 2024.

1. Ensino de Química. 2. Enem. 3. Ensinometria. I. Francisco Afonso, Andréia , orient. II. Título.

Vinícius da Silva Carvalho

**Ensino de Química e as Avaliações de Grande Escala: percepções e apropriações do enem
na prática do docente em Química**

Tese apresentada ao Programa de Pós- Graduação
em Química da Universidade Federal de Juiz de
Fora como requisito parcial à obtenção do título de
Doutor em Química. Área de concentração:
Educação.

Aprovada em 01 de Fevereiro de 2024

BANCA EXAMINADORA

Profª. Dra. Andréia Francisco Afonso
Orientador: Universidade Federal de Juiz de Fora

Profª. Dra. Elaine Pavini Cintra
Instituto Federal de São Paulo

Profª. Dra. Graziela Piccoli Richetti
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Joaquim José Soares Neto
Universidade de Brasília

Profª. Dra. Nicole Glock Maceno
Universidade do Estado de Santa Catarina

Juiz de Fora, 08/01/2024.



Documento assinado eletronicamente por **Andreia Francisco Afonso, Professor(a)**, em 01/02/2024, às 14:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Elaine Pavini Cintra, Usuário Externo**, em 01/02/2024, às 14:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Graziela Piccoli Richetti, Usuário Externo**, em 01/02/2024, às 16:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **NICOLE GLOCK MACENO, Usuário Externo**, em 16/02/2024, às 12:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Joaquim José Soares Neto, Usuário Externo**, em 21/02/2024, às 14:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1654978** e o código CRC **FAA74D5D**.

À estimada comunidade científica do Brasil e, em especial, aos educadores, que são a verdadeira base da Ciência em nosso país. Esta obra é dedicada a vocês, guardiões incansáveis do conhecimento e pilares fundamentais na construção de um futuro mais brilhante e informado. Vocês, que diariamente enfrentam desafios e superam obstáculos, são os verdadeiros heróis na jornada do saber, moldando mentes e inspirando corações. Vocês, educadores, que com paciência e dedicação, despertam a curiosidade, alimentam a paixão pelo aprendizado e acendem a chama da inovação em cada estudante. Vocês não apenas ensinam, mas também aprendem, crescem e evoluem junto com seus alunos, criando um ciclo virtuoso de conhecimento e descoberta. A cada um de vocês, que contribui dia após dia para o avanço científico e a formação de uma sociedade mais questionadora, crítica e preparada, minha mais profunda gratidão e admiração. Que seu trabalho continue a ser a força motriz por trás do progresso científico e um farol de esperança para as gerações futuras.

AGRADECIMENTOS

No final de 2009, durante meus estudos na Faculdade de Química da Universidade Federal de Juiz de Fora, descobri uma paixão que era chamada por muitos de educação em Química. Essa descoberta moldou minha trajetória, levando-me a abraçar essa área, especialmente após receber uma bolsa de apoio estudantil em um ambiente repleto de oportunidades nesta disciplina. Essa decisão, tanto pessoal quanto profissional, veio naturalmente. Este trabalho marca o fim de uma etapa importante dessa jornada. Meu agradecimento é imenso.

À minha avó Irene (*in memoriam*), sempre pronta a ajudar com as passagens de ônibus, e à minha mãe Norma (*in memoriam*), pela sua força, apoio emocional, parceria e amizade. Ao meu pai Aldair, pelo seu constante empenho e dedicação à nossa família, às minhas irmãs, Daniely e Wanessa, pela inspiração e apoio. Minha gratidão imensa à minha tia Gracia, um verdadeiro poço de alegria e sabedoria. Aos meus queridos sobrinhos Adriano, Ana Clara e Guilherme, que sempre conseguem despertar em mim um lado mais brincalhão e alegre – o tio ama muito vocês! Um agradecimento especial ao meu namorado Guilherme, pela sua paciência, confiança e apoio incansável durante este período. Por último, mas, definitivamente, não menos importante, meu carinhoso agradecimento ao Logan, meu cão, que é como um filho para mim. Sua presença, sempre ao meu lado com sua companhia calorosa, deitado em minhas pernas enquanto eu estudava todos os dias, trouxe uma alegria única para minha vida. Sou grato pela compreensão de minhas decisões e pela paciência com a distância imposta pela vida acadêmica. Era sempre uma alegria retornar para casa, ser recebido com um café quente e ver a mesa cercada pela família. Amo todos vocês profundamente!

Um agradecimento especial à minha orientadora, Profa. Andréia, pela valorização das minhas ideias, sua confiança em mim e no projeto. Você sempre confiou e nunca soltou a minha mão. A honra de ter sido seu orientando é um sentimento que sempre permanecerá. Agradeço por sua atenção, cuidado, afeto e por estar ao meu lado nesta jornada acadêmica. Há poucas palavras que podem expressar adequadamente meu agradecimento a você. Guardo com carinho as memórias do nosso primeiro encontro, das nossas trocas no grupo de pesquisa e as divertidas criações de “memes” sobre a nossa realidade na pós-graduação que nunca serão esquecidas. Graças a você, carrego a imagem e a inspiração para ser um orientador no futuro.

Aos integrantes da banca, meu agradecimento por instigarem reflexões profundas e enriquecerem o meu trabalho. À Profa. Graziela, estendo meu agradecimento, admiração e respeito pelas inúmeras orientações durante as reuniões do CAEd. Ao Prof. Joaquim, sou grato

pelas discussões sempre enriquecedoras, desafiadoras e pelo seu papel decisivo na educação brasileira. À Profa. Elaine e à Profa. Nicole, agradeço por despertarem em mim o interesse e a determinação para prosseguir neste projeto. Mesmo sem perceber, o apoio de vocês foi fundamental durante o meu momento de incerteza metodológica. Aos professores suplentes, Profa. Ana Carolina, Profa. Clarice, Profa. Lenice e Prof. Wilton, muito obrigado por contribuírem e participarem desse momento. Espero seguir sempre podendo dizer que pratico uma Educação em Ciências, sobretudo em Química, próxima da que vocês praticam.

Agradeço à Fundação Caed por todo incentivo a minha formação e por todos os anos de convivência. Aos colaboradores desta pesquisa, ao Pablo por me apresentar e ensinar sobre a Psicometria, à Tatiane e ao Luis Pontes pelas contribuições com a revisão estatística e pela amizade, pelo Sandro, que, além da amizade, contribuiu com as revisões de Língua Portuguesa e, de forma fundamental, aos professores de Química da Educação Básica, que fazem todo o processo educacional acontecer. Agradeço pela atenção, pela disposição e pelo apoio. Vocês foram imprescindíveis na elaboração deste projeto. Muito obrigado!

Aos mestres que atravessaram minha vida e a quem guardo um enorme carinho. Prof. Eloi, obrigado por me despertar o interesse pela Química em uma perspectiva plural, consciente e responsável. Professora Ivoni, agradeço imensamente pelo carinho e dedicação à minha formação. Com você, adquiri a força e a coragem para ser um pesquisador. Prof. Guilherme, também lhe agradeço por me apresentar a educação em Química e transformar o departamento em um ambiente vivo para os licenciados e à Profa. Cris Flor, por configurar o rosto de uma educação em Química potente e engajadora na sociedade. Sou grato a todos vocês pelas discussões e por me proporcionarem tantas questões para reflexão.

Expresso minha profunda gratidão à outra família que encontrei em Juiz de Fora: Dayana, Gustavo, Camila, Patrícia, Sandro, Luiz, Tiago, Juliana e Mariana. Obrigado por contribuírem significativamente para o meu crescimento. Juntos, transformamos as dificuldades da vida adulta em momentos de riso e lembranças memoráveis. Sou grato por cada instante compartilhado e levarei cada um de vocês sempre comigo. Obrigado, meus verdadeiros amigos!

Meu mais sincero agradecimento a todos os professores do departamento de Química da UFJF, que foram fundamentais na minha formação profissional e me guiaram para a carreira de pesquisador. Sou profundamente grato aos membros dos grupos de pesquisa QuInformação e Geeduq, pelo enriquecimento proporcionado pelo intercâmbio de ideias e pelo apoio constante ao longo desta jornada. Continuaremos juntos a explorar as inúmeras perplexidades do conhecimento.

Um agradecimento especial à Maristela e à Mariana, nossas incansáveis secretárias do programa de pós-graduação, cuja habilidade para superar desafios e fazer as coisas acontecerem, mesmo em momentos difíceis, merece meu mais profundo reconhecimento. Muito obrigado!

Esta jornada me ensinou que ninguém realiza grandes feitos sozinho. A experiência da pandemia reforçou ainda mais essa percepção, mostrando o quanto somos seres sociáveis, dependentes de interações e trocas. Mencionei várias pessoas que tiveram um papel significativo em minha vida, mas estou ciente de que há muitas outras, algumas que eu talvez nem conheça, que, indiretamente, contribuíram para este momento. A essas pessoas, eu estendo meu sincero agradecimento. Muito obrigado a todos vocês também!

RESUMO

O Exame Nacional do Ensino Médio e as demais avaliações externas influenciam diretamente a prática docente em Química e a qualidade do ensino. Professores de Química enfrentam o desafio de integrar essas avaliações em suas metodologias. A familiaridade e a capacidade de aplicar as métricas dessas avaliações, como a Teoria Clássica do Teste e a Teoria de Resposta ao Item, são cruciais para a melhoria do ensino e para sua adaptação às exigências contemporâneas. Contudo, existe uma lacuna na formação e aplicação dessas métricas, impactando a eficácia pedagógica e a qualidade do Ensino de Química. Diante desse cenário, o estudo investiga como os professores de Química percebem e utilizam os resultados do Enem e de outras avaliações externas, analisando seu impacto na prática docente. Nesta pesquisa, adotamos uma metodologia robusta e estruturada, combinando abordagens quantitativas e qualitativas para uma análise multifacetada. O estudo consistiu em dois atos metodológicos principais: entrevistas semiestruturadas com professores de Química e uma análise detalhada da base de dados do Enem. Essa abordagem possibilitou uma visão ampla das percepções dos professores sobre avaliações externas e seus impactos na prática pedagógica. Incluímos a análise de itens específicos do Enem e discussões em um curso de extensão para professores, integrando conceitos estatísticos e pedagógicos. A partir disso, foi possível traçar os perfis dos docentes em relação à percepção e à apropriação dessas avaliações pelos professores de Química. Observamos uma variação expressiva de entendimento e uso desses instrumentos. Assim, concluímos que uma compreensão mais aprofundada dos resultados do Enem pode enriquecer o Ensino de Química, levando a práticas pedagógicas mais eficazes e a um aprendizado mais significativo para os alunos. Nesse sentido, a pesquisa produziu um curso de capacitação e apresentou a abordagem da análise mista, envolvendo discussão pedagógica e estatística. Observamos que essa prática possibilitou o docente a refletir as suas práticas de ensino e a própria formação. A essa descoberta demos o nome de Ensinometria. Por fim, para o futuro, propomos a continuação do aprofundamento e da expansão da Ensinometria como uma ferramenta crucial na formação de professores, promovendo oportunidade de uma discussão crítica e reflexiva sobre as Avaliações de Grande Escala e enfatizando a importância da interpretação, aplicação e contextualização do conhecimento para o Ensino de Química.

Palavras-chave: Ensino de Química; Enem; Ensinometria.

ABSTRACT

The scenario of external assessments, such as the National High School Exam (Enem), directly influences teaching practices in Chemistry and the overall quality of education. Chemistry teachers face the challenge of integrating these assessments into their teaching methodologies. Familiarity with, and the ability to apply, metrics from these assessments — such as Classical Test Theory (CTT) and Item Response Theory (IRT) — are crucial for improving instruction and adapting it to contemporary demands. However, there is a gap in both the training and application of these metrics, which impacts the pedagogical effectiveness and quality of Chemistry teaching. Given this context, the study investigates how Chemistry teachers perceive and use the results of Enem and other external assessments, analyzing their impact on teaching practices and Chemistry education. This research adopted a robust and structured methodology, combining quantitative and qualitative approaches for a multifaceted analysis. The study consisted of two main methodological components: semi-structured interviews with Chemistry teachers and a detailed analysis of the Enem database. This approach enabled a comprehensive view of teachers' perceptions of external assessments and their impact on pedagogical practices. Additionally, we analyzed specific Enem items and facilitated discussions in an Extension Course for teachers, integrating statistical and pedagogical concepts. From this, it was possible to outline the profiles of teachers regarding their perception and appropriation of these assessments. We observed significant variation in the understanding and use of these instruments. We conclude that a deeper understanding and application of Enem results can enrich Chemistry teaching, leading to more effective pedagogical practices and more meaningful learning experiences for students. As a result of the study, a training course was developed, and a mixed analysis approach was presented — incorporating both pedagogical and statistical discussions. We observed that this practice enabled teachers to reflect on their teaching and their own professional development. We refer to this discovery as *Ensinometria*. Finally, we propose the continued development and expansion of *Ensinometria* as a crucial tool in teacher training, promoting opportunities for critical and reflective discussions on large-scale assessments. This approach emphasizes the importance of interpretation, application, and contextualization of knowledge in the context of Chemistry teaching.

Keywords: Teaching Chemistry; Enem; *Ensinometria*.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 -	Definições dos processos cognitivos em Bloom <i>et al.</i> (1977).....	50
Quadro 2 -	Definições dos processos cognitivos em Ferraz e Belhot (2010).....	52
Figura 1 -	Exemplo da estrutura de uma sentença descritora.....	54
Figura 2 -	Etapas básicas da modelagem de um teste de larga escala.....	56
Figura 3 -	Elucidação sobre a CCI modelo logístico de três parâmetros.....	63
Figura 4 -	Situação hipotética para elucidar a discriminação da TRI.....	64
Figura 5 -	CCI do caso hipotético.....	65
Figura 6 -	Comportamento das CCIs de quatro diferentes itens.....	69
Figura 7 -	CCI da Questão 78 do Enem de 2013.....	70
Quadro 3 -	Representação da escala de Guttman em um teste com 5 questões de Química.....	71
Quadro 4 -	Pressupostos da área de Ciências da Natureza em articulação com as competências gerais da Educação Básica.....	77
Figura 8 -	Indicador de adequação da formação docente da área Ciências da Natureza - Brasil 2021.....	87
Figura 9 -	Percentual de estudantes por nível de proficiência das regiões do Brasil em Ciências no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa) 2018.....	92
Figura 10 -	Desempenho dos estudantes brasileiros em Ciências no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa).....	93
Quadro 5 -	Atos e etapas desenvolvidos durante a pesquisa.....	140
Quadro 6 -	Perfil dos professores entrevistados.....	144
Quadro 7 -	Temas de análise sobre o perfil dos docentes de Química.....	145
Quadro 8 -	Identificação de itens que avaliam conceitos próprios da Química nas edições do Enem de 2013 – 2017 no Caderno Azul.....	154
Quadro 9 -	Ficha de análise pedagógica do item.....	159
Figura 11 -	Distribuição de alunos concluintes do Ensino Médio, inscritos no Enem, por escola (2014 - 2022).....	166

Figura 12 -	Proficiência média dos estudantes em Ciências da Natureza, no Enem, separados por tipo de escola (2014 - 2022).....	167
Figura 13 -	Média do desvio-padrão da proficiência dos estudantes separados por tipo de escola (2014 - 2022) que realizaram a prova de Ciências da Natureza do Enem.....	168
Figura 14 -	Proporção entre alunos concluintes do Ensino Médio dos gêneros masculino e feminino (2014 - 2022) que realizaram a prova de Ciências da Natureza do Enem.....	169
Figura 15 -	Média da Proficiência Média dos estudantes concluintes do Ensino Médio separados por gênero (2014-2022) que realizaram a prova de Ciências da Natureza do Enem.....	170
Figura 16 -	Média do desvio-padrão da proficiência dos estudantes separados por gênero (2014 - 2022) que realizaram a prova de CN do Enem.....	172
Figura 17 -	Proficiência média dos estudantes separados por cor (2014 - 2022) que realizaram a prova de Ciências da Natureza do Enem.....	173
Figura 18 -	Média do desvio-padrão da proficiência dos estudantes separados por cor (2014 - 2022) que realizaram a prova de Ciências da Natureza do Enem.....	174
Figura 19 -	Proficiência média dos estudantes cegos e surdos (2017-2022) que realizaram a prova de Ciências da Natureza do Enem.....	177
Figura 20 -	Média do desvio da proficiência média dos estudantes cegos e surdos (2017-2022) que realizaram a prova de Ciências da Natureza do Enem.....	178
Figura 21 -	Média da proficiência média dos estudantes por estado (2014-2022) que realizaram a prova de Ciências da Natureza do Enem.....	181
Figura 22 -	Desvios-padrão da média da proficiência média dos estudantes por estado (2014-2022) que realizaram a prova de Ciências da Natureza do Enem.....	183
Quadro 10 -	Categorias de Percepção dos Professores de Química em relação às Avaliações Externas.....	189
Quadro 11 -	Perfil dos professores de Química ao manipularem as avaliações externas em sua prática docente.....	213

	Seleção de itens de Química com baixo e elevado parâmetro “b” entre as edições de 2013 – 2017 na prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.....	217
Quadro 12 -		
	Porcentagem de marcação por alternativa nos itens de Química selecionados das edições de 2013 – 2017.....	219
Quadro 13 -		
	Correlação ponto-bisserial do gabarito e das alternativas nos itens de Química selecionados das edições de 2013 – 2017.....	220
Quadro 14 -		
Figura 23 -	Questão 77 do Caderno Azul da edição de 2013 do Enem.....	225
Figura 24 -	CCI da Questão 77 (Item_32) do Caderno Azul da edição de 2013 do Enem.....	231
Figura 25 -	CII da Questão 77 (Item_32) do Caderno Azul da edição de 2013 do Enem.....	232
Figura 26 -	Questão 90 do Caderno Azul da edição de 2013 do Enem.....	233
Figura 27 -	CCI da Questão 90 (Item_45) do Caderno Azul da edição de 2013 do Enem.....	240
Figura 28 -	CII da Questão 90 (Item_45) do Caderno Azul da edição de 2013.....	240
Figura 29 -	Questão 49 do Caderno Azul (Item_4) da edição de 2014 do Enem.....	243
Figura 30 -	CCI da Questão 49 (Item_4) do Caderno Azul da edição de 2014 do Enem.....	257
Figura 31 -	CII da Questão 49 (Item_4) do Caderno Azul da edição de 2014 do Enem.....	258
Figura 32 -	Questão 51 do Caderno Azul da edição de 2014 do Enem.....	259
Figura 33 -	CCI da Questão 51 (Item_6) do Caderno Azul da edição de 2014 do Enem.....	267
Figura 34 -	CII da Questão 51 (Item_6) do Caderno Azul da edição de 2014 do Enem.....	268
Figura 35 -	Questão 46 do Caderno Azul da edição de 2015 do Enem.....	271
Figura 36 -	CCI da Questão 46 (Item_1) do Caderno Azul da edição de 2015 do Enem.....	284
Figura 37 -	CII da Questão 46 do (Item_1) do Caderno Azul da edição de 2015 do Enem.....	286
Figura 38 -	Questão 55 do Caderno Azul da edição de 2015 do Enem.....	288

Figura 39 -	CCI da Questão 55 (Item_10) do Caderno Azul da edição de 2015 do Enem.....	293
Figura 40 -	CII da Questão 55 (Item_10) do Caderno Azul da edição de 2015 do Enem.....	294
Figura 41 -	Questão 78 do Caderno Azul da edição de 2016 do Enem.....	296
Quadro 15 -	Sugestões para a redação da habilidade da Questão 78 da edição de 2016.....	297
Figura 42 -	CCI da Questão 78 (Item_33) do Caderno Azul da edição de 2016 do Enem.....	304
Figura 43 -	CII da Questão 78 (Item_33) do Caderno Azul da edição de 2016 do Enem.....	306
Figura 44 -	Questão 89 (Item_44) do Caderno Azul da edição de 2016 do Enem.....	307
Quadro 16 -	Sugestões para a redação da habilidade da Questão 89 da edição 2016.....	308
Figura 45 -	CCI da Questão 89 (Item_44) do Caderno Azul da edição de 2016 do Enem.....	319
Figura 46 -	CII da Questão 89 (Item_44) do Caderno Azul da edição de 2016 do Enem.....	320
Figura 47 -	Questão 106 do Caderno Azul da edição de 2017 do Enem.....	321
Quadro 17 -	Sugestões (Turma B) para a redação da habilidade da Questão 106 da edição 2017.....	322
Figura 48 -	CCI da Questão 106 (Item_16) do Caderno Azul da edição de 2017 do Enem.....	337
Figura 49 -	CII da Questão 106 (Item_16) do Caderno Azul da edição de 2017 do Enem.....	338
Figura 50 -	Questão 115 do Caderno Azul da edição de 2017 do Enem.....	339
Quadro 18 -	Sugestões (Turma B) para a redação da habilidade da Questão 115 da edição 2017.....	340
Figura 51 -	CCI da Questão 115 (Item_25) do Caderno Azul da edição de 2017 do Enem.....	351
Figura 52 -	CII da Questão 115 (Item_25) do Caderno Azul da edição de 2017 do Enem.....	352

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Médias nacionais projetadas para o Índice de desenvolvimento da Educação Básica.....	82
Tabela 2 -	Médias nacionais projetadas para Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa).....	82
Tabela 3 -	Descrição dos processos para o tratamento da base de dados do Inep para as edições de 2013 – 2017.....	152
Tabela 4 -	Descrição dos processos para o tratamento da base de dados do Inep em Ciências da Natureza e suas Tecnologias.....	161
Tabela 5 -	Comparação entre inscritos no Enem no período de 2014 a 2022 e matriculados no Ensino Médio.....	165

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALE	Avaliação de Larga Escala
BISS	Bisserial
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CN	Ciências da Natureza
CNT	Ciências da Natureza e suas Tecnologias
EB	Educação Básica
EM	Ensino Médio
EMI	Ensino Médio Inovador
Enem	Exame Nacional do Ensino Médio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
Inep	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
PAR	Parâmetro
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Estudantes
Pism	Programa de ingresso seletivo misto
PNE	Plano Nacional de Educação
Saeb	Sistema de Avaliação da Educação Básica
Simave	Sistema Mineiro de Avaliação
TBR	Taxonomia de Bloom Revisada
TCT	Teoria Clássica do Teste
TRI	Teoria de Resposta ao Item

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	23
2	AVALIAÇÃO EDUCACIONAL E DE LARGA ESCALA: GRANDES QUESTÕES.....	35
2.1	AVALIAÇÕES DE GRANDE ESCALA NO BRASIL: INFLUÊNCIAS E CONFLUÊNCIAS AO LONGO DO TEMPO.....	37
2.2	COMPETÊNCIA COGNITIVA: A CATEGORIZAÇÃO DO CONHECIMENTO QUE LEVA À CONSTRUÇÃO DO DOCUMENTO MATRIZ DE REFERÊNCIA E A MONTAGEM DE UMA AVALIAÇÃO EXTERNA.....	46
2.2.1	Categorização do conhecimento.....	48
2.2.2	Matriz de referência e Montagem do teste	52
3	MEDIDAS EDUCACIONAIS.....	57
4	ACOMPANHANDO OS RUMOS DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO BRASIL.....	74
4.1	A QUALIDADE DO ENSINO E O MONITORAMENTO DO DESEMPENHO DOS ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM CIÊNCIAS NO BRASIL.....	78
4.1.1	Contextualizando a formação de professores de Ciências no Brasil.....	83
4.1.2	A descontinuidade de monitoramento do desempenho dos alunos da Educação Básica em Ciências pelas avaliações nacionais.....	90
5	UM OLHAR PARA O ENEM COMO UMA POTENCIAL AVALIAÇÃO DE DIAGNÓSTICO PARA A ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS.....	95
5.1	ENEM: EVOLUÇÃO, DESAFIOS E IMPACTOS NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA E EM CIÊNCIAS DA NATUREZA.....	96
5.2	O USO DO ENEM COMO INSTRUMENTO DE PESQUISA PARA REFLEXÃO SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS.....	105
5.2.1	Percepção de professores e alunos sobre o Enem.....	106
5.2.2	Influência do Enem no currículo.....	112
5.2.3	Influência do Enem na prática docente	116
5.2.4	Manipulação da prova do Enem para fomentar diagnósticos.....	120
5.2.5	Apropriação dos resultados do Enem ou uso dos dados estatísticos do Enem para finalidade diagnóstica.....	129

6	PERCURSO METODOLÓGICO.....	139
6.1	ATO 1 - LEVANTAMENTO DAS CONCEPÇÕES DOS PROFESSORES SOBRE AS AVALIAÇÕES EXTERNAS E O MODO COMO INFLUENCIAM SUA PRÁTICA EM SALA DE AULA.....	141
6.2	ATO 2 - BASE DE DADOS DO ENEM E A APLICAÇÃO DA APROPRIAÇÃO DE RESULTADOS DESSA AVALIAÇÃO COM PROFESSORES DE QUÍMICA.....	148
6.3	ETAPA 1 - TRATAMENTO DA BASE DE DADOS DO ENEM DOS ANOS 2013 A 2017 - REALIZANDO A SELEÇÃO DE VARIÁVEIS E TABULANDO DADOS ESTATÍSTICOS.....	151
6.4	ETAPA 2 - SELEÇÃO DOS ITENS COM BOM E BAIXO DESEMPENHO QUE AVALIAM CONTEÚDOS QUÍMICOS RELACIONADOS ÀS HABILIDADES PREVISTAS NA MATRIZ DE REFERÊNCIA DO ENEM.....	155
6.5	ETAPA 3 - O PROJETO DE EXTENSÃO “A QUÍMICA SOB A ÓTICA ESTATÍSTICA DO ENEM: O QUE PROFESSORES DESSA DISCIPLINA PRECISAM SABER”: A APROPRIAÇÃO DE RESULTADOS DO ENEM COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE PEDAGÓGICA.....	157
6.6	ETAPA 4 - TRATAMENTO DA BASE DE DADOS DO ENEM DOS ANOS 2014 A 2022 - REALIZANDO A SELEÇÃO DE VARIÁVEIS E TABULANDO DADOS ESTATÍSTICOS.....	161
7	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	164
7.1	PARA ONDE CAMINHA O ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL? - PRIMEIROS INDICADORES PARA UMA RESPOSTA.....	164
7.2	PERCEPÇÕES DE FORMAÇÃO: A VOZ DOS PROFESSORES DE QUÍMICA SOBRE AVALIAÇÕES EDUCACIONAIS EM GRANDE ESCALA.....	184
7.2.1	A percepção das avaliações externas pela ótica dos professores de Química da Educação Básica – Categorias em Análise.....	189
7.2.2	Perfil do professor de Química no processo de apropriação das avaliações externas (Enem) em sua prática docente.....	199
7.3	A APROPRIAÇÃO DOS RESULTADOS - ANÁLISES PEDAGÓGICAS E ESTATÍSTICAS DE ITENS NO CURSO DE EXTENSÃO “A QUÍMICA SOB A ÓTICA ESTATÍSTICA DO ENEM”.....	215

7.3.1	Tratamento da Base de Dados do Inep (2013-2017): discussão com viés da Psicometria sobre os itens de Química com elevado e baixo parâmetros de dificuldade.....	216
7.3.2	Análise de itens: Aspectos considerados para a apropriação de resultados do Enem (Edição 2013).....	224
7.3.3	A apropriação dos resultados por professores de Química durante o curso de extensão: os itens das edições do Enem de 2014 a 2017 em análise.....	242
7.3.3.1	<i>A apropriação dos resultados do Enem por professores de Química durante o curso de extensão: os itens das edições do Enem de 2014 e 2015 em desenvolvimento coletivo.....</i>	<i>243</i>
7.3.3.2	<i>A apropriação de resultados por professores de Química durante o curso de extensão: os itens das edições do Enem de 2016 e 2017 em desenvolvimento individual.....</i>	<i>296</i>
7.4	ENSINOMETRIA: O USO DAS MÉTRICAS DA TRI PARA REPENSAR E DIRECIONAR O ENSINO.....	356
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	366
	REFERÊNCIAS.....	376
	APÊNDICES.....	388
	APÊNDICE A - Termo de consentimento livre e esclarecido.....	388
	APÊNDICE B - Pergunta 1 da entrevista e respostas dos professores.....	390
	APÊNDICE C - Perguntas e respostas dos professores – Pré-análise de perfil do professor de Química.....	394
	APÊNDICE D - Temas de análise – Perfis dos professores em relação ao uso e apropriação de resultados das avaliações externas em sua prática docente.....	407
	APÊNDICE E - Análise detalhada – perfis dos professores em relação ao uso e apropriação de resultados das avaliações externas em sua prática docente.....	409
	APÊNDICE F - Divulgação do curso de extensão nas plataformas e redes sociais.....	437
	APÊNDICE G - Seleção de itens com elevada e baixa dificuldade entre 2013 a 2017.....	438
	APÊNDICE H - ATIVIDADE 1.....	439

ANEXOS.....	446
ANEXO A - Você é um número - Clarice Lispector.....	446
ANEXO B - Aprovação da pesquisa pelo Comitê de Ética.....	447

APRESENTAÇÃO

Compartilho um breve relato biográfico que ilumina as motivações para minha dedicação a esta pesquisa. Desde cedo, fui atraído pelo campo das Ciências¹, impulsionado por um profundo interesse em explorar e compreender um objeto de estudo, qualquer que fosse. Esse impulso inicial, que brotou no quarto ano do Ensino Fundamental, foi nutrido e incentivado pela minha mãe, que se foi recentemente e não pôde vivenciar este momento. Ela foi uma figura essencial, encorajando-me a seguir uma carreira científica. Embora naquele momento ainda não tivesse plena consciência das razões específicas que me levaram a escolher a Química como minha área de especialização, o apoio de minha mãe foi um fator crucial nessa jornada. Além disso, minhas brincadeiras de infância incluíam simular uma sala de aula, onde posicionava meus bonecos como alunos em uma disposição tradicional. Neste cenário imaginativo, eu utilizava pequenos pedaços de papel marcados com símbolos de "certo" e "errado" para representar avaliações educacionais, envolvendo-os, ativamente, em um contexto escolar lúdico.

Meu fascínio pela educação começou antes mesmo de concluir a Licenciatura em Química na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Durante a graduação, esse interesse cresceu graças às experiências e desafios que encontrei como estagiário na Educação Básica. Tive a oportunidade de explorar a educação sob diferentes perspectivas, atuando como bolsista de apoio estudantil da UFJF em dois projetos significativos: um como mediador de Ciências Naturais do Centro de Ciências, um ambiente de ensino não formal e interdisciplinar, e outro focado na inclusão de alunos surdos no Ensino de Química, no mesmo local. Além disso, participei do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) em duas escolas estaduais, incluindo a escola onde cursei o Ensino Médio. Essa fase também marcou meu primeiro envolvimento com a pesquisa em educação. Fui integrante do grupo Mediare no Centro de Ciências da UFJF e co-fundador do Grupo de Pesquisa em educação em Química Inclusiva a Surdos (GPEQIS). Essas experiências foram cruciais para moldar minha trajetória e fortalecer meu interesse pela pesquisa no campo da educação. Imediatamente após minha graduação em

¹ No Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) o domínio avaliado na área de ciências é referido como "Ciências da Natureza e suas Tecnologias". No Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa), o domínio avaliado é referido simplesmente como "Ciências" (*Science*), para descrever a mesma área de conhecimento. Neste estudo, optamos por adotar os termos "Ciências", "Ciências da Natureza", "Ciências Naturais", "Ciências da Natureza e suas Tecnologias" ou também "das Ciências", que remete a uma ampla gama de conhecimentos, gerados a partir da interação com as disciplinas de Ciências Físicas, Químicas e Biológicas. Este uso do termo visa abranger o espectro completo de saberes e métodos científicos englobados por estas áreas fundamentais.

2013, mergulhei no universo da educação. Nodia seguinte à minha formatura, iniciei minha carreira docente na Escola Estadual Sebastião Patrus de Sousa em Juiz de Fora, uma instituição onde, antes, eu havia sido aluno do Ensino Médio e onde tive a oportunidade de ser um “pibidiano”. Nesse mesmo ano, conquistei uma vaga como professor substituto no Colégio de Aplicação João XXIII, vinculado à UFJF. Além disso, expandi minha experiência lecionando em escolas privadas de Juiz de Fora e também em comunidades rurais. Essas experiências me permitiram observar a realidade do Ensino de Química em diferentes contextos educacionais: estadual, federal e privado.

Após concluir minha graduação, mantive meu envolvimento com o projeto de Educação Química para alunos surdos, que, ao longo do tempo, se transformou em uma iniciativa robusta de extensão universitária. Essa experiência enriquecedora foi mais do que um simples voluntariado: ela representou uma integração harmoniosa entre Ensino, Pesquisa e Extensão, criando um ambiente fértil para a aplicação prática de conhecimentos teóricos e para o desenvolvimento de novas abordagens educacionais. Este projeto não apenas moldou minha percepção e abordagem pedagógica, mas, também, se mostrou fundamental para a construção e possíveis impactos sociais decorrentes da pesquisa desenvolvida no mestrado. Iniciei meus estudos de pós-graduação em 2015 e, imerso neste contexto de ensino inovador e inclusivo, concluí o mestrado em 2017, trazendo comigo uma bagagem rica em experiências e aprendizados que transcendem o campo acadêmico, e que influenciou diretamente minha trajetória profissional e pessoal.

Até este ponto, compartilhei minha trajetória como educador e pesquisador, um percurso que se relacionou de maneira fluida e quase intuitiva com as avaliações educacionais. No entanto, foi em 2015 que minha jornada técnica começou a tomar forma, momento em que as avaliações educacionais externas² emergiram como o foco central dos meus estudos. Este foi um ponto de virada significativo, marcando a transição de uma abordagem mais geral para uma investigação mais aprofundada e técnica, em que as avaliações educacionais passaram a ocupar o papel principal na minha pesquisa e prática profissional.

² Geralmente, as avaliações externas são denominadas como avaliações em “Larga Escala”, embora a tradução do termo em inglês seja ‘Grande Escala’. Esse nome decorre do grande número de indivíduos envolvidos, da elaboração de instrumentos de avaliação, da divulgação dos resultados e, principalmente, da natureza linear dessas avaliações, permitindo que um resultado atual possa ser analisado e comparado com resultados futuros (Oliveira, 2008). Por isso, neste contexto, os termos “avaliação externa”, “avaliação em grande escala” e “avaliação em larga escala” serão usados como sinônimos.

Em 2015, vivenciei uma mudança marcante em minha carreira, deixando a sala de aula para me dedicar à principal motivação que inspirou minha tese em educação em Química. Fui aprovado em uma seleção para a função de Analista de Instrumentos de Avaliação na área de Ciências da Natureza no Centro de Políticas Públicas de Avaliação da Educação (CAEd) da Universidade Federal de Juiz de Fora, ao qual sou muito grato por todo o ensinamento. Com a transformação da instituição em Fundação CAEd, em 2019, continuei a exercer essa função até novembro de 2022. Durante esse período, foquei na criação de instrumentos avaliativos para alunos da rede pública, buscando gerar informações sobre o processo de ensino que lhes era oferecido. Esse papel me proporcionou uma perspectiva única e profunda sobre o sistema educacional, permitindo-me contribuir ativamente para a melhoria da qualidade do ensino público brasileiro.

Na elaboração de avaliações educacionais de larga escala, após a criação e aplicação dos instrumentos avaliativos, os resultados são processados e disponibilizados para secretarias de educação, escolas, gestores e professores. Nesse contexto, o Centro de Avaliação oferece workshops de capacitação para os educadores, visando aprimorar a utilização desses dados. Ao atuar em diferentes estados brasileiros com professores de Biologia, Física e Química, percebi a relevância em aprofundar as pesquisas sobre as possibilidades de análise e ações decorrentes dos resultados das avaliações externas.

Para que um instrumento examinativo se constitua como uma avaliação eficaz, ele deve ser válido, confiável, objetivo, relevante, prático, justo e capaz de fornecer uma devolutiva construtiva. A validade garante que o instrumento mede o que se propõe a medir; a confiabilidade assegura resultados consistentes; a objetividade minimiza a subjetividade; a relevância e a praticidade garantem a adequação ao contexto educacional; a justiça assegura uma avaliação equitativa; e a devolutiva orienta melhorias. Esses elementos não só avaliam o desempenho dos estudantes, mas, também, promovem a melhoria contínua do ensino ao identificar áreas de necessidade, auxiliar no planejamento de intervenções, monitorar o progresso e engajar os estudantes no processo de aprendizagem, criando uma cultura de aprimoramento constante. Esta percepção destaca a necessidade de estratégias que se alinhem com a aprendizagem dos alunos, permitindo que a gestão dos dados obtidos por meio de avaliações externas realmente auxilie os educadores na interpretação e aplicação desses dados, visando aprimorar o processo de ensino e aprendizagem.

Ao longo de meu envolvimento com estudos em avaliações educacionais, refleti sobre minha trajetória como educador, constatando que a compreensão sobre as políticas públicas ligadas às avaliações externas, frequentemente, se limitava a diálogos informais e superficiais

nos ambientes escolares. As avaliações externas, definidas por políticas públicas, muitas vezes são apropriadas de forma superficial nas escolas, sendo compreendidas apenas como exigências burocráticas. Políticas públicas são diretrizes governamentais específicas, que, enquanto políticas de estado, são duradouras e menos suscetíveis a mudanças abruptas. Deste modo, a integração desses conceitos nas escolas é crucial para o desenvolvimento educacional. Para que as medidas resultantes das avaliações sejam mais significativas, é essencial capacitar os educadores para interpretar e se apropriar dos dados de forma a melhorar a prática pedagógica e promover diálogos profundos sobre seus objetivos e utilidades. A limitação dos professores em relação à interpretação de resultados das avaliações externas pode resultar em uma contribuição marginal, ou mesmo nula, para o desenvolvimento e aprimoramento das práticas pedagógicas. O envolvimento de toda a comunidade escolar no entendimento e aplicação dos resultados pode fomentar uma cultura de melhoria contínua. Essa constatação não resulta, exclusivamente, de minha experiência, mas, também de uma realidade compartilhada por muitos outros professores de Ciências da Natureza, conforme observei nos workshops de capacitação que liderei na Fundação CAEd.

Nesse contexto, uma revelação adicional surgiu durante a IX Reunião da Associação Brasileira de Avaliação Educacional (ABAVE), realizada em 2017, em Salvador - BA. Neste evento, percebi uma notável falta de envolvimento de docentes da área de Ciências da Natureza e uma limitada produção de conhecimento nesse campo, evidenciada pela escassa representação de trabalhos sobre o tema. Esta experiência ampliou minha motivação para explorar mais profundamente os impactos das avaliações de grande escala no Ensino de Química. Impulsionado por essas constatações e questionamentos, reafirmei meu compromisso como pesquisador, buscando desvendar e responder às minhas inquietações neste campo específico.

Posteriormente, em 2018, tive a oportunidade de convidar a professora Dra. Andreia Francisco Afonso para uma conversa informal acompanhada de um café. Naquele encontro, com um pedaço de papel e uma caneta em mãos, expus minhas ideias preliminares sobre as possíveis conexões entre a Avaliação de Grande Escala e o Ensino de Química e, em resultado, ela aceitou a orientação. Para minha satisfação, o projeto foi aprovado no segundo semestre daquele ano. Durante a fase de elaboração do projeto, dediquei-me a planejar, meticulosamente, cada detalhe. Contudo, impulsionadas pela pandemia de SARS-CoV-2, as alterações no cenário educacional brasileiro exigiram uma revisão e adaptação desses planos. Tais condições adversas, aliadas à ausência de suporte financeiro para a pesquisa durante o doutorado, fizeram com que a defesa da tese fosse adiada. Esse adiamento foi essencial para assegurar a relevância

e o impacto positivo do conhecimento produzido, especialmente em um período tão desafiador para a sociedade.

Embora existam múltiplas razões para empreender este estudo, centraremos a discussão em dois aspectos fundamentais:

- 1) A necessidade de debater e enriquecer o Ensino de Química, um campo vital e em constante evolução;
- 2) O interesse na geração de conhecimento que emerge da intersecção entre Avaliações de Grande Escala e as práticas pedagógicas dos professores de Química, explorando como esses elementos podem se alinhar e se influenciar mutuamente.

Nesta reflexão sobre minha trajetória profissional, convido o leitor a explorar o estudo detalhado nas páginas a seguir. Para ilustrar o contexto e as motivações por trás desta pesquisa, faço uma alusão à crônica “Você é um número”, de Clarice Lispector³. Esse texto auxilia na compreensão de minha abordagem e visão em relação ao trabalho em questão.

³ O texto é apresentado na íntegra na seção de anexos.

1 INTRODUÇÃO

“Se você não tomar cuidado vira um número até para si mesmo” (Lispector, [1971] 2020, p.18).

O número ocupa um papel importante na sociedade. Desde a infância, os números nos acompanham nas brincadeiras, nas músicas, antes mesmo de iniciarmos o processo de escolarização. Somos estimulados a contar os números pelos dedos, reconhecer a hora em um relógio, saber o número da casa onde moramos, decorar nosso contato telefônico e associar o tamanho de um calçado ou de uma roupa a um número. Logo, nossas relações com o número são inevitáveis.

A crônica de Clarice Lispector, “Você é um número”, destaca como os números permeiam nosso cotidiano, transcendendo os exemplos citados na obra. Diariamente, somos confrontados com números em diversos contextos: eles aparecem na televisão para monitorar e reportar incidências de doenças, como a COVID-19 ou Dengue, ilustrando taxas de vacinação e outros indicadores de saúde pública. Os números também categorizam pessoas em classes econômicas baseadas nas declarações do imposto de renda, comparam a expectativa de vida ao longo dos anos, monitoram questões ambientais, como níveis de poluição, temperaturas globais, e taxas de desmatamento. No âmbito educacional, números são empregados para avaliar o desempenho dos estudantes do Ensino Médio, por meio de notas e resultados em avaliações, como o Enem, que é um exemplo proeminente no Brasil. Esta onipresença dos números reflete sua importância como ferramenta de medição, comparação e avaliação em múltiplas esferas da vida.

Dessa forma, a crônica de Clarice Lispector tem forte relação com esse texto, uma vez que ambos discutem o sentido da numeração, sem considerar os possíveis contextos, o que acaba criando uma estrutura de classificação, seriação, partição, comparação, correspondências, grupos, etc. Por exemplo, quando as escolas recebem os resultados de seu desempenho nas avaliações externas na forma de números, pode ser traçado um perfil que indica a baixa qualidade do processo de ensino e aprendizagem, sem considerar outros aspectos do contexto escolar que os influenciaram.

Alves e Soares (2013) realizaram um estudo comparativo abrangente que analisou experiências educacionais de diferentes países ao longo de várias décadas. Eles constataram que o índice de desempenho escolar não apenas reflete os resultados acadêmicos dos estudantes, mas, também, revela aspectos culturais, sociais e demográficos intrínsecos às suas comunidades. Essa observação está alinhada às pesquisas anteriores de Coleman *et al.* (1966) e

Bourdieu e Passeron (1975), que enfatizam o ambiente sociocultural como influência direta no desempenho acadêmico dos estudantes (Da Silva *et al.* 1975). Tais pesquisas sublinham a complexidade das métricas de desempenho escolar, destacando que esses índices são indicativos de uma gama mais ampla de fatores sociais e culturais que transcendem as capacidades acadêmicas individuais. Outros estudos se voltaram para uma investigação mais ampla, envolvendo aspectos do contexto escolar para além dos indicadores de desempenho, que são: a qualidade da instrução, as condições de infraestrutura da oferta escolar e da gestão do sistema educacional. Esses fatores se mostram igualmente centrais no processo de ensino e aprendizagem e, portanto, influenciam a formulação de políticas públicas educacionais (Soares, 2007; Lee, 2008; Reynolds; Teddlie, 2008).

Na mesma esteira, Terrasêca (2016) alerta para uma tendência preocupante no cenário educacional atual: a interpretação reducionista dos indicadores provenientes de avaliações em larga escala. Segundo ele, essa abordagem negligencia fatores essenciais como a qualidade do ensino, a infraestrutura escolar, e as condições de gestão, que são cruciais para a compreensão do contexto educacional completo. Essa centralização nos números das avaliações externas pode ter implicações significativas nos sistemas educativos, afetando escolas, professores e estudantes de maneira profunda.

Nesse contexto, surgem questionamentos pertinentes: Como esses dados das avaliações externas estão sendo interpretados? Quem está encarregado de realizar a interpretação pedagógica desses números? Qual é o significado desses números para os professores, que frequentemente são vistos como os principais responsáveis pelos resultados? Conforme Clarice Lispector observou, há o risco de se tornar um número até para si mesmo, se não houver o cuidado necessário para a interpretação e uso de dados. É essencial, portanto, questionar e refletir sobre esses processos para garantir que a avaliação em grande escala cumpra seu propósito educacional sem reduzir a complexidade da experiência de ensino e aprendizagem a meros números.

Nossa pesquisa parte da premissa de que uma interpretação cuidadosa e contextualizada dos dados pode atribuir significados variados e relevantes aos números das avaliações educacionais. Essa perspectiva foi um dos principais estímulos para a elaboração do projeto de pesquisa cujo desenvolvimento resultou neste trabalho. Um dos objetivos centrais deste estudo é explorar como os professores de Química de escolas públicas em Juiz de Fora compreendem a avaliação em larga escala denominada Exame Nacional do Ensino Médio (Enem) e de que maneira esses profissionais se apropriam dos resultados obtidos. Para isso, buscamos entender

a relação entre a prática docente e os dados do Enem, visando identificar como essas informações podem ser aplicadas de forma construtiva no contexto educacional.

Como evidenciado por Spazziani (2019) A análise dos dados em avaliações de larga escala para o Ensino de Física, gera devolutivas pedagógicas cruciais, habilitando educadores e formuladores de políticas a identificar tendências, lacunas e oportunidades. Essa prática é fundamental para aprimorar o sistema educacional, permitindo intervenções direcionadas e melhorias contínuas. Essas avaliações tornam-se instrumentos vitais para a compreensão da complexidade da educação, fornecendo conhecimentos relevantes para a formação de um ensino e aprendizagem mais eficazes e inclusivos.

Nesse contexto, Gatti (2009) esclarece que essas avaliações podem ser amostrais ou censitárias, a depender do objetivo da pesquisa. Segundo a autora, as avaliações amostrais visam entender ou obter informações de um público específico, enquanto as censitárias buscam dados de toda a população estudada. Ambas requerem metodologias e ferramentas de análise específicas, assegurando a comparabilidade e a confiabilidade dos resultados obtidos (Gatti, 2009). Essa abordagem metodológica é essencial para garantir a precisão e a relevância das informações coletadas, fundamentais para a tomada de decisões informadas no campo da educação. Pelo fato de não fornecer informações sobre um estudante ou escola específica, os objetivos de uma avaliação externa vão além da sala de aula, já que apresentam como intenção, acompanhar as redes e os sistemas de ensino (Gatti, 2009). Esse acompanhamento tem como finalidade a compreensão e o levantamento de dados a respeito das habilidades desenvolvidas pelos estudantes em um determinado momento, e, assim, acompanhar a evolução desses ao longo dos anos (Klein; Fontanive, 1995).

Essa visão é especialmente pertinente no âmbito da educação em Ciências no Brasil, onde, historicamente, a ênfase tem sido dada aos resultados educacionais em Língua Portuguesa e Matemática (Fontanive, 2013; Medeiros *et al.*, 2017; Garcia *et al.*, 2019). Assim, a análise dos resultados em Ciências, provenientes de avaliações de larga escala, torna-se crucial para os educadores de Química, que, há anos, realizam suas práticas pedagógicas pela intuição e com base na experiência. A relevância das avaliações em larga escala se dá pelo fato de seus resultados fornecerem informações não só sobre o perfil sociocultural e sociocientífico do ensino de Ciências, mas, também, sobre os aspectos pedagógicos. Estas avaliações desempenham um papel significativo na identificação dos conteúdos, operações cognitivas e contextos mais desafiadores ou acessíveis para os estudantes, auxiliando na adaptação e aprimoramento do processo de ensino e de aprendizagem (Carlos, 2017, Spazziani, 2019).

Dantas *et al.* (2017), em análise sobre a avaliação de larga escala no ensino de Ciências Naturais, identificaram uma lacuna significativa na produção científica relacionada a esta área. Esta escassez de pesquisas é motivo de preocupação, uma vez que a avaliação é um elemento de diálogo fundamental entre o ensino e a aprendizagem em Ciências da Natureza (Silva, 2019). A falta de ênfase significativa na avaliação nesta área indica a urgência de mais pesquisas e debates para a compreensão e o aprimoramento de metodologias de ensino em Química. De acordo com a matriz de referência do Enem de 2009 e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) de 2018, a Química é reconhecida como uma ciência fundamental dentro do amplo espectro do conhecimento das Ciências da Natureza.

Essa lacuna aponta para um déficit na análise de resultados que possibilitam uma compreensão aprofundada de como os estudantes mobilizam conteúdo de Química adquiridos na sala de aula em situações-problema reais e diversas. De um modo geral, a apropriação de resultados das avaliações externas possibilita descrever sobre os processos cognitivos e as operações mentais esperadas em relação aos estudantes ao serem desafiados por problemas complexos. Assim, corroboramos com Luckesi (2018), que afirma:

[...] se desejamos uma educação escolar satisfatória para todos, para além das avaliações da aprendizagem, é importante investir na avaliação institucional e na avaliação de larga escala e, evidentemente, servir-nos de seus resultados, também de forma institucional [...]" (Luckesi, 2018, p. 192).

Nessa perspectiva, o teórico sugere que, para que uma educação escolar satisfatória para todos seja alcançada, é crucial investir não apenas na avaliação da aprendizagem dos alunos, mas, também, na avaliação da aprendizagem. Isso porque a compreensão desses resultados como uma "avaliação", conforme descrito por Luckesi (2011), possibilita a identificação de inconsistências ou elementos que contribuem para o sucesso das estratégias implementadas em cada escola. Dessa forma, essas inconsistências tornam-se referências valiosas para o desenvolvimento de estratégias pedagógicas e de gestão aplicáveis ao sistema educacional como um todo. Porém, é importante destacar que, enquanto pesquisadores, reconhecemos o uso de avaliações externas, como os "exames" mencionados por Luckesi (2011), como forma de responsabilização intensa (Bonamino; Sousa, 2012) que pouco contribuem para o processo educacional. A apropriação desses resultados como "exame" exerce pressão sobre a prática dos professores e pode resultar em punições para escolas com baixo desempenho, expondo-as perante a comunidade. Além disso, as avaliações são vinculadas a políticas de bonificação salarial para professores e servem como critério para o ingresso de estudantes no Ensino

Superior ou em Cursos Profissionalizantes, de modo que, frequentemente, essas práticas exacerbam as desigualdades sociais através de políticas excludentes, beneficiando classes dominantes com testes elaborados por elas mesmas.

Apontados os pontos de fragilidade, reconhecemos os esforços de psicometristas e elaboradores de testes que, ao longo dos anos, têm trabalhado para minimizar as desigualdades encontradas nas avaliações externas (Bennett, 2023). Entre essas medidas, destacamos o tratamento dos resultados via modelos matemáticos, bem como as discussões sobre as avaliações externas que levam em consideração os aspectos sociocientíficos e socioculturais dos sujeitos. Nesse contexto se insere a adoção de medidas educacionais, sendo uma delas a Teoria Clássica dos Testes (TCT). Por meio dela, segundo Carlos (2017), é possível informar dados estatísticos por percentual de “acerto” e “erro” para cada habilidade, porém, esse modelo limita a comparação de resultados dos itens e dificulta a comparação entre estudantes de séries diferentes. Para que a TCT seja eficaz, é ideal que todos os estudantes respondam ao mesmo conjunto de itens, uma vez que a comparação entre desempenhos depende da aplicação uniforme das mesmas questões. Quando avaliações utilizam itens diferentes ou avaliam habilidades distintas para diferentes estudantes, a aplicação da TCT torna-se limitada e menos adequada.

Além da TCT, há a Teoria de Resposta ao Item (TRI), uma abordagem estatística usada na avaliação educacional para analisar o desempenho dos testes (Andrade *et al.*, 2000). Diferentemente dos métodos tradicionais de avaliação, que se concentram, principalmente, na quantidade de respostas corretas ou erradas, a TRI considera a probabilidade de um indivíduo responder corretamente a um item específico com base em sua habilidade latente (nível de proficiência ou conhecimento) (Pasquali, 2020). Para Pasquali (2023) a TRI representa a psicometria moderna, pois supera as limitações da TCT apontadas por Carlos (2017), alocando os estudantes em uma escala de proficiência, que demonstra suas habilidades em realizar tarefas de naturezas distintas (Andrade *et al.*, 2000). Dessa forma, a TRI fornece resultados sobre o contexto escolar em uma perspectiva mais abrangente, ou seja, é capaz de obter informações utilizando questionário que coleta informações de ordem socioeconômica (Karino *et al.*, 2014), sobre a infraestrutura escolar (Alves *et al.*, 2019), sobre habilidades e competências (Cintra *et al.*, 2016, Carlos, 2017, Ferry *et al.*, 2017, Spazziani, 2019, Carvalho; Afonso, 2020, Marques *et al.*, 2021), e sobre inteligência emocional (Costa; Faria, 2014). Por isso, as avaliações externas têm ganhado espaço e produzido marcos na trajetória da educação brasileira, como na orientação, construção e reformulação de documentos (currículos, diretrizes, leis, bases, etc.).

Segundo Luckesi (2018), ao examinar os resultados educacionais em um contexto superficial, deixa-se a ideia de que o fracasso escolar é uma responsabilidade exclusiva de estudantes e professores. A compreensão de que o desempenho educacional é fruto de uma complexa interação de variáveis, e não apenas resultado do esforço individual de alunos e educadores, propicia uma perspectiva mais abrangente e justa no sistema educacional. Tal abordagem favorece a procura por soluções que sejam sistêmicas e colaborativas, levando em conta as diversas facetas do processo educativo, em vez de atribuir responsabilidades a indivíduos isolados. Esta perspectiva regula que fatores externos, como o ambiente socioeconômico, as políticas educacionais, a infraestrutura escolar e os recursos disponíveis, desempenham um papel significativo no desempenho acadêmico.

No modelo avançado utilizado no Enem, a TRI é aplicada por meio de três parâmetros fundamentais que são usados para avaliar a dificuldade e a facilidade dos itens do teste. A descrição desses parâmetros foi fundamentada nas obras de Andrade *et al.* (2000), Carlos (2017) e Pasquali (2020) que serão utilizados como referências sobre as estatísticas nesta pesquisa e apresentam informações sobre a discriminação, a dificuldade e a capacidade do acerto ao acaso.

Essas intervenções permitem uma análise minuciosa e precisa do desempenho em testes, identificando itens difíceis, ou simples, não apenas pelo número de acertos, mas pelo nível de habilidade exigida. Assim, a TRI se torna uma ferramenta avançada para educadores e pesquisadores.

Com base nessas informações, a melhoria por meio das análises da TRI nas avaliações de grande escala, como ocorre com o Enem desde 2009, tem desencadeado mudanças significativas na forma como os resultados dos estudantes são analisados e interpretados. Porém, ainda não está evidente a maneira como essa mudança na metodologia de avaliação afeta as percepções e práticas dos professores de Química no Brasil, especialmente no que diz respeito à qualidade e à abordagem do ensino de Ciências da Natureza para alunos do último ano do Ensino Médio. Este problema de pesquisa busca investigar a relação entre as análises da TRI e o Ensino de Química, avaliando como as percepções dos professores sobre essas avaliações influenciam suas metodologias de ensino e, conseqüentemente, a qualidade da educação em Ciências da Natureza oferecida aos alunos concluintes do Ensino Médio no Brasil.

Concordamos com Luckesi (2018) sobre a importância da análise de dados estatísticos na educação, considerando-a fundamental para revelar o contexto analisado e motivar investigações avaliativas. No entanto, reconhecemos que a aplicação prática dessa abordagem

analítica nas escolas representa um desafio significativo para os professores, devido, em parte, a lacunas em suas formações. Tais dificuldades estão refletidas na desconexão entre a aplicação prática e a interpretação dos resultados das avaliações, como identificado por Gatti (2009). Educadores enfrentam desafios na leitura e apropriação dos dados estatísticos, um reflexo da falta de compreensão sobre as tecnologias usadas na avaliação dos estudantes, bem como dos métodos de divulgação dos resultados. Como destacado por Fontanive (2013) e Medeiros *et al.* (2017), essa limitação de conhecimento entre professores, coordenadores pedagógicos e diretores escolares é um obstáculo relevante para o sistema educacional. Neste contexto, aliando as experiências limitadas com avaliação de larga escala em Ciências da Natureza, conforme apontado por Medeiros *et al.* (2017), à necessidade de entender a qualidade do Ensino de Química, optamos por eleger o Enem como objeto de estudo. Esta escolha se deve ao fato de esta é uma avaliação bem estabelecida e contínua nessa área, contabilizando, até 2023, quinze anos de aplicação com a metodologia da TRI.

O Censo Escolar de 2022 registrou um aumento nas matrículas do Ensino Médio no Brasil, totalizando 7,9 milhões de estudantes. Entretanto, uma média calculada a partir de dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais (Inep), revela que apenas cerca de 1.220.035 desses alunos, ou 15,51%, se inscreveram no Enem até 2022. Essa discrepância entre o total de matrículas e os inscritos no Enem é notável. Apesar disso, é essencial analisar os dados do Enem para compreender o panorama do ensino e da aprendizagem de Ciências no país, uma vez que o exame contempla uma amostra significativa de mais de um milhão de estudantes. Assim, nossa escolha de enfoque em relação ao Enem não se restringe ao seu uso tradicional como instrumento de ranqueamento ou classificação de estudantes e escolas, mas busca extrair subsídios para uma análise mais aprofundada dos processos educacionais.

Para além disso, dedicamo-nos a analisar e interpretar o significado dos números que representam os processos cognitivos dos estudantes. Especificamente, investigaremos como eles demonstram proficiência nos itens do Enem relacionados aos itens que avaliam conceitos da Química na prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT), explorando os caminhos cognitivos percorridos pelos respondentes ao enfrentarem esses desafios.

A nossa hipótese é a de que professores da área de Ciências da Natureza, como professores de Química, apresentam pouca ou nenhuma familiaridade com avaliações externas, o que pode impactar na continuidade e, portanto, na qualidade do ensino. Acreditamos que por meio da interpretação reflexiva, esses números estatísticos das avaliações externas tenham sentidos e objetivos pedagógicos. Com base nessas premissas, essa pesquisa pretende responder

a seguinte questão de pesquisa: Como a apropriação das métricas da Teoria de Resposta ao Item das avaliações de grande escala, como o Enem, e as percepções dos professores de Química sobre essas avaliações podem influenciar a qualidade e a abordagem do Ensino de Química para alunos concluintes do Ensino Médio no Brasil?.

O conceito de qualidade na educação é multifacetado e polissêmico, implicando uma complexa interação de múltiplas visões e interpretações. Dentro deste contexto, existe uma dinâmica de tensões e equilíbrios entre as diversas perspectivas sobre o que constitui a “qualidade” educacional. Cada abordagem traz consigo seus próprios valores, critérios e expectativas, que podem variar significativamente, dependendo de fatores como contexto cultural, objetivos educacionais, políticas governamentais e filosofias pedagógicas. Essa pluralidade de entendimentos gera um campo de forças, onde diferentes ideias e modelos de qualidade competem e se influenciam mutuamente, moldando o panorama educacional. Reconhecer e entender essa diversidade é crucial para uma discussão abrangente e equilibrada sobre a qualidade na educação.

Partindo desses pressupostos, nossa atenção se volta para uma análise abrangente do Enem, com um foco particular nas médias de proficiência das diversas populações que participam da prova de Ciências da Natureza no Brasil. Essa exploração inclui também uma investigação sobre a formação de professores nessa área, a análise de indicadores definidos por legislações e as metas estipuladas pelo Plano Nacional de Educação (PNE). Além disso, pretendemos concluir este trabalho com a apresentação de um estudo prático, que examina como esses resultados são, efetivamente, utilizados e aplicados, oferecendo uma perspectiva concreta sobre a implementação e o impacto dessas avaliações educacionais.

A partir dessas questões, deloneia-se o objetivo geral desse estudo: investigar o impacto na qualidade e na prática do Ensino de Química da utilização das métricas da TRI, em avaliações de grande escala, especialmente no Enem, junto às percepções dos professores de Química sobre essas avaliações. Dentre os objetivos específicos desta pesquisa, ressaltamos:

1. Realizar entrevistas semiestruturadas com professores de Química para entender como utilizam as avaliações de grande escala, especialmente o Enem, em suas práticas pedagógicas;
2. Definir o perfil dos professores entrevistados, incluindo suas qualificações e experiências profissionais;
3. Desenvolver um perfil detalhado destes professores, focando em suas percepções e formas de apropriação das avaliações de grande escala;

4. Analisar a base de dados do Inep, focando em estudantes do Ensino Médio e nas provas de Ciências da Natureza de 2013 a 2022;
5. Calcular as bisseriais e os parâmetros da TRI para os itens das provas de Ciências da Natureza de 2013 a 2017;
6. Processar e calcular a proficiência média na prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, segmentando os dados por variáveis como tipo de escola, cor/raça, deficiência, gênero e estado brasileiro, nas edições de 2014 a 2022;
7. Identificar e selecionar os itens relacionados aos conceitos de Química nas edições do Enem de 2013 a 2017;
8. Investigar os itens de Química do Enem de 2013 a 2017, empregando análises da TRI, como o parâmetro de dificuldade 'b' e a ancoragem nos testes, para identificar itens de alto e baixo desempenho em cada edição;
9. Propor e implementar a “Ensinometria” como metodologia para análise pedagógica dos dados obtidos;
10. Desenvolver e conduzir um programa de formação continuada para professores de Química;
11. Avaliar a aplicação e o impacto da “Ensinometria” na prática docente dos professores de Química que participaram do programa de formação continuada que compõe este trabalho.

Para cumprir com os objetivos elencados, debruçamo-nos em leituras relevantes que nos auxiliaram na seleção das principais referências teóricas para esse estudo e que culminaram na delimitação dos capítulos, conforme descrição a seguir.

O Capítulo 2, intitulado como "Avaliação educacional e de larga escala: grandes questões", aborda a natureza e os desafios da avaliação educacional, com foco especial nas avaliações de larga escala. Iniciamos essa parte com uma tentativa de demonstrar a essência da avaliação, citando Luckesi (2018), e discutimos a importância de avaliar a qualidade do processo de ensino e aprendizagem. Também são abordados os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que enfatizam a avaliação como parte integrante do processo educacional. A discussão se aprofunda em função da complexidade das avaliações externas, destacando como elas transcendem a simples mensuração de desempenho e abrangem aspectos mais amplos do sistema educacional. Esse capítulo menciona obras de diversos autores como Oliveira (2011), Silva *et al.* (2022), e Belloni (1996), que analisam a avaliação educacional sob diferentes perspectivas, ressaltando as dificuldades enfrentadas por professores e diretores de escolas em relação às tecnologias usadas nas avaliações e na interpretação de seus resultados. Além disso,

são examinados os desafios e tendências atuais nas avaliações de larga escala, com foco nos impactos e na eficácia dessas avaliações. Discutimos, também, a importância de estratégias para o uso pedagógico dos dados de avaliação, apontando para a frequente subutilização desses dados nas escolas, apesar de seu potencial para melhorar a prática educacional.

O Capítulo 3, intitulado "Medidas Educacionais", explora a psicometria na educação e psicologia, focando na interpretação de respostas a itens de testes para compreender habilidades e características cognitivas dos estudantes. Discute-se a história da psicometria, com destaque para as contribuições de Binet, Simon e outros teóricos. O capítulo abrange a evolução das teorias de medição, como a Teoria Clássica dos Testes e a Teoria do Traço Latente, analisando suas implicações na avaliação educacional. Explora-se também a importância da validade e confiabilidade dos instrumentos de avaliação, bem como a complexidade da interpretação dos dados de testes educacionais.

O Capítulo 4, intitulado "Acompanhando os rumos da educação em Ciências no Brasil", analisa as tendências e desafios do ensino de Ciências no Brasil. Com base em Piaget e Braga (1973), Pozo e Crespo (2009), discutimos a necessidade de uma abordagem interdisciplinar e integrada nas Ciências, desde a educação pré-escolar até os níveis mais avançados. Abordamos a desconexão dos alunos com a ciência e a necessidade de reformular métodos de ensino para torná-los mais envolventes e relevantes. Esse capítulo também examina dados estatísticos sobre o ensino de Ciências no Brasil, incluindo taxas de evasão em cursos relacionados, destacando a importância da BNCC e o letramento científico na educação. Além disso, discutimos a formação de professores, a relevância das avaliações de larga escala e internacionais, e a necessidade de uma estratégia mais eficaz para a educação científica. Em geral, o capítulo expõe desafios que comprometem a qualidade do Ensino de Química no Brasil, apontando o caminho complexo que se tem desenrolado até o momento.

O Capítulo 5, "Um olhar para o Enem como uma potencial avaliação de diagnóstico para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias", foca no Enem e sua influência na educação brasileira, com ênfase em CNT. Nesse momento, analisamos a trajetória do Enem desde 1998, as reformas educacionais que moldaram seu desenvolvimento, e a adoção do Programa Ensino Médio Inovador em 2009. Destaca-se a remodelação do Enem em 2009, ressaltando a Matriz de Referência baseada em competências e habilidades. Ainda, examinamos a utilização do Enem em diferentes perspectivas de pesquisa - semióticas, teóricas, quantitativas (usando a TRI) e abordagens mistas - para fornecer diagnósticos educacionais, especialmente

na Química. O capítulo argumenta a favor do Enem como uma ferramenta analítica valiosa na educação.

O Capítulo 6, intitulado "Percurso metodológico", detalha o método utilizado nesta tese. Há um enfoque na questão de pesquisa central sobre a influência das métricas da TRI e percepções dos professores de Química nas avaliações de grande escala, como o Enem, na qualidade do ensino de Ciências da Natureza. O capítulo descreve o uso de métodos mistos, combinando abordagens quantitativas e qualitativas, e explica a estruturação do estudo em dois atos metodológicos: entrevistas semiestruturadas com professores de Química e análise de dados do Enem.

O Capítulo 7 intitulado "Resultados e Discussão", investiga vários aspectos cruciais do ensino de Ciências no Brasil, com foco especial em Química. Expõe-se o exame de indicadores estatísticos sobre a qualidade do ensino em Ciências da Natureza, incluindo análises de desempenho em escolas públicas e privadas, e considerações sobre variáveis como gênero, raça e deficiências. Abordamos, também, as percepções dos professores de Química sobre avaliações educacionais em larga escala, devolutivas pedagógicas e estatísticas de um curso de extensão elaborado como parte dessa pesquisa. Por fim, apresentamos o conceito de Ensinometria, uma metodologia desenvolvida nesta tese que consiste na análise sistemática e quantitativa das evidências de defasagens de ensino presentes em avaliações educacionais. A Ensinometria busca mapear não apenas o desempenho dos estudantes, mas também os sinais e traços do ensino efetivamente realizado, permitindo reflexões sobre práticas pedagógicas e políticas educacionais.

As Considerações Finais deste trabalho respondem à questão de pesquisa levantada, sob três perspectivas: 1 - Indicadores gerais sobre as proficiências médias dos alunos na prova de Ciências da Natureza, buscando mapear essas questões emergentes para repensar as estratégias do próximo decênio do PNE; 2- Por meio da percepção de professores de Química sobre as avaliações externas, incluindo o Enem e como ocorre a relação entre esses procedimentos na prática docente e, por fim, 3 – A proposição de uma integração mista de análise, pedagógica e estatística, para produzir discussões sobre os conteúdos de Química.

Finalmente, consideramos que os primeiros indicadores sobre a evolução da educação científica no Brasil (proficiências médias de alunos concluintes do Ensino Médio nas edições do Enem de 2014 a 2022) devem caminhar para a direção de uma metodologia de avaliação sociocultural, mais abrangente e justa, enfatizando a importância do reconhecimento da diversidade de gênero, cor/raça, tipo de escola, região do Brasil no sistema educacional para a

adoção de estratégias de ensino e de avaliação mais inclusivas. Aqui, apresentamos sugestões sobre a aplicação de investimentos em infraestrutura escolar, avaliações e apropriação de seus resultados de forma mais condizente com a realidade cultural e histórica de cada sujeito brasileiro. Em tempo, observamos neste capítulo que, mesmo tenham se passado mais de dez anos da reforma do Enem, esse instrumento continua sendo subestimado como indicador da realidade educacional, sobretudo para a prática docente, em que a apropriação ainda se concentra nos resultados. Ao consultarmos os professores participantes da pesquisa concluímos que há o reconhecimento da importância uso desses dados como forma de aprimorarem as suas práticas, no entanto, as lacunas de formação e de sistema para acessar os dados comprometem a efetividade dessa prática. Observa-se que a apropriação dos resultados se restringe às avaliações estaduais dos testes de Língua portuguesa Matemática. A partir dessas constatações, foi possível a criação de categorias que descrevem o perfil do professor de Química ao se apropriar de resultados das avaliações externas, como o Enem em suas práticas escolares.

Nesta etapa de conclusão, refletimos, ainda, sobre a abordagem de análise mista, que envolve análise pedagógica e estatística, com a finalidade de traduzir métricas em informações pedagógicas sobre a sentença descritora do item e o caminho cognitivo, para cada alternativa, realizado por estudantes concluintes do Ensino Médio a respeito de conceitos químicos do Enem relativos a itens mais difíceis e menos difíceis das edições de 2013 a 2017. Com base nas conclusões da prática realizada pelos professores durante o curso de extensão, nota-se que o professor reflete sobre a própria prática, relacionando-a a sua realidade.

Por fim, o capítulo considera que a apropriação das métricas da TRI em avaliações como o Enem, bem como as percepções dos professores de Química, influenciam, significativamente, a qualidade e a abordagem do Ensino de Química e na área de Ciências da Natureza para alunos do Ensino Médio no Brasil. Partindo desse pressuposto, propomos uma análise mista que combine pedagogia e estatística para a tradução de métricas em informações pedagógicas, melhorando a reflexão e a prática docente, e introduzindo a "Ensinometria" como um novo campo de estudo.

2 AVALIAÇÃO EDUCACIONAL E DE LARGA ESCALA: GRANDES QUESTÕES

O ato de avaliar é constitutivo do ser humano, desde que é um dos seus modos de conhecer a realidade, no caso, sob a ótica da qualidade de tudo que existe, seja ela natural ou cultural, fator que torna universal o ato de avaliar. Todos os seres humanos o praticam a todos os instantes, seja por meio do senso comum cotidiano, seja através do uso consciente e crítico de variados recursos metodológicos de investigação, não existindo, dessa forma, ato humano que não seja precedido de um ato avaliativo. (Luckesi, 2018, p.22).

Luckesi (2018), no capítulo “O ato de avaliar: epistemologia e método” do livro *Avaliação em educação: questões epistemológicas e práticas*, expõe uma reflexão para nós, professores, sobre o ato de avaliar na escola, visto que esse compreende o julgamento da qualidade do processo de ensino e da aprendizagem sob as perspectivas humanas, logo, são protagonistas do ambiente escolar e das relações entre professor e estudante. Para o autor, o ato de avaliar é uma decisão conjunta, baseada em diálogos a respeito da qualidade do ensino. No entanto, como docentes, às vezes, sentimo-nos sozinhos para a tomada de decisões e nos questionamos a respeito da qualidade da aprendizagem, sob as nuances que rodeiam esse processo. Diante disso, surgem os seguintes questionamentos: Será que a melhor forma de avaliar existe? Será que a avaliação oferecida pelos professores é condizente com a realidade? Uma resposta para essas perguntas é que, provavelmente, não. É possível que as avaliações não contemplem toda a realidade do ensino, devido às próprias limitações dos recursos avaliativos, muito embora, eles tenham o objetivo de diagnosticar essa realidade.

Conforme previsto pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, a avaliação deve ser compreendida como parte integrante e intrínseca ao processo educacional:

A avaliação, ao não se restringir ao julgamento sobre sucessos ou fracassos do aluno, é compreendida como um conjunto de atuações que tem a função de alimentar, sustentar e orientar a intervenção pedagógica (PCN, 1997, p. 55)

O documento ainda informa que a avaliação possui objetivos específicos para o docente e essenciais para o processo do ensino e da aprendizagem. Segundo o documento, ela:

[...] subsidia o professor com elementos para uma reflexão contínua sobre a sua prática, sobre a criação de novos instrumentos de trabalho e a retomada de aspectos que devem ser revistos, ajustados ou reconhecidos como adequados para o processo de aprendizagem individual ou de todo grupo (PCN, 1997)

Essa temática se torna ainda mais complexa quando nós, professores e estudantes, estamos sob a ótica das avaliações externas, que estão para além das relações de ensino e aprendizagem que ocorrem em sala de aula. Oliveira (2011) e Silva *et al.* (2022) destacam que, embora as avaliações externas sejam frequentemente tomadas como sinônimo de avaliação em larga escala do desempenho dos estudantes ou dos sistemas educacionais, elas englobam uma variedade mais ampla de iniciativas. Conforme exposto pelo glossário publicado pelo Centro de Alfabetização, Leitura e Escrita (CEALE)⁴, a avaliação externa é definida como tal porque é concebida, planejada, elaborada, corrigida e tem seus resultados elaborados fora do ambiente escolar. Essa definição ressalta que a avaliação externa transcende uma simples mensuração de desempenho, abrangendo aspectos mais amplos a respeito do sistema educacional.

Se por um lado as avaliações externas, cujo objetivo é diagnosticar os desafios no ensino e na aprendizagem, estão a serviço de uma sociedade que é plural e multicultural, por outro lado, por serem compostas por instrumentos padronizados, também devem estar atentas às diferenças, aspectos culturais locais para tornar as relações de ensino e da aprendizagem homogêneas (Bennett, 2023). Na mesma esteira, Belloni (1999) compreende a avaliação de larga escala como o princípio da globalidade da avaliação educacional, por meio de dois principais aspectos: a tentativa de compreender, em sua totalidade, a escola ou sistema educacional no seu contexto social, político e econômico; e a compreensão de todas as dimensões e implicações do objeto avaliado, considerando os aspectos conceitual, metodológico e operacional que estão envolvidos na formulação e na implementação das atividades em avaliação.

Assim sendo, a avaliação educacional tem se consolidado como um campo de estudo distinto caracterizado por teorias e métodos próprios e que abarca subáreas com características particulares, tais como avaliações institucionais, escolares, de programas, autoavaliações e avaliações de desempenho escolar, conforme Gatti (2009) destaca. No contexto educacional brasileiro, Medeiros *et al.* (2017) apontam que este é um campo de conhecimento ainda emergente, e que, por isso, os estudos e análises críticas a seu respeito ainda estão começando a ganhar terreno. Partindo desse pressuposto, Fritsch e Viteli (2021) realizaram uma revisão abrangente da literatura de 1990 a 2020 sobre avaliações em larga escala, encontrando um número reduzido de estudos críticos focados nesse campo. A revisão destaca a tendência das

⁴ Disponível em: <https://www.ceale.fae.ufmg.br/glossarioceale/verbetes/avaliacao-externa>. Acesso em: 5 dez. 2022.

pesquisas em analisar os impactos e a eficácia dessas avaliações na qualidade educacional. Isso reflete preocupações sobre a relevância e limitações práticas desses sistemas avaliativos. Da mesma forma, Silva *et al.* (2022) examinaram artigos de 1990 a 2018, concluindo que, mesmo que haja sistemas de avaliação no Brasil, existem desafios significativos no uso eficiente dos indicadores educacionais resultantes desses instrumentos. De forma similar, Fritsch e Viteli (2021) observam a carência de pesquisas sobre a aplicação prática desses dados no Brasil, indicando a necessidade de abordagens mais integradas e aplicadas na gestão dessas informações para o desenvolvimento da educação. Ambos os estudos mencionados sublinham a complexidade e as restrições na implementação e interpretação dessas avaliações, enfatizando a necessidade de melhorias para que objetivos educacionais e pedagógicos sejam atingidos de forma mais efetiva.

As próximas seções desse capítulo abordam aspectos das avaliações de grande escala no Brasil e a categorização do conhecimento na construção de avaliações externas. A seção “Avaliações de Grande Escala no Brasil: influências e confluências ao longo do tempo” examina a história e o impacto dessas avaliações, enfocando como elas moldaram políticas educacionais e práticas de ensino. Posteriormente, a seção “Competência cognitiva: a categorização do conhecimento que leva à construção do documento matriz de referência e a montagem de uma avaliação externa” discute como o conhecimento é categorizado para esquematizar a elaboração de avaliações eficazes, ressaltando a importância de uma visão crítica e construtiva dessas ferramentas no sistema educacional brasileiro.

2.1 AVALIAÇÕES DE GRANDE ESCALA NO BRASIL: INFLUÊNCIAS E CONFLUÊNCIAS AO LONGO DO TEMPO

Embora se tenha evidência de que, desde os anos 1930, havia interesse do Estado brasileiro em tomar a avaliação como parte do planejamento educacional, foi somente na década de 1960 que o governo federal, fortemente influenciado pelos países desenvolvidos, decidiu conhecer o desempenho dos estudantes brasileiros por meio de uma avaliação de larga escala, que, a princípio, tinha como finalidade a realização de intervenções e a preparação da sociedade para a realidade industrial. Para Bonamino e Franco (1999), um dos trabalhos pioneiros nessa área, foi o Relatório de Coleman (1966) que gerou grande influência em pesquisas de levantamento sobre a educação. Esse estudo foi realizado nos Estados Unidos, com uma amostra de 645 mil alunos de cinco níveis diferentes, com o objetivo de medir as diferenças sociais, raciais, de cor, de religião, por origem geográfica e pelo desenvolvimento competências

verbais e não verbais. Na coleta de dados, foi possível detectar as características das escolas, do corpo docente, das famílias e dos estudantes. Os resultados do estudo indicaram que o desempenho dos estudantes estava relacionado com as diferenças socioeconômicas e não somente com as questões e problemas internos das escolas. Gatti (2009) menciona que os resultados desse relatório geraram grande impacto no sistema educacional, e constatações a respeito da qualidade do ensino puderam ser revistas.

A partir da década de 1960 e dos anos seguintes, organizações brasileiras, como a Fundação Getúlio Vargas, buscaram capacitação no exterior para avaliação de rendimento escolar. Assim, a Fundação Getúlio Vargas criou, em 1966, uma comissão de Estudos e de Testes e Pesquisas Psicológicas. Devido à necessidade de expansão do conhecimento de testes educacionais, em 1969, essa instituição tornou-se um centro de referência, que tinha como objetivo: a) Promover estudos e pesquisas-piloto no campo da educação e dos recursos humanos, relacionados ao emprego de testes psicológicos e educacionais; b) Aperfeiçoar e treinar pessoal especializado (professores, orientadores, psicólogos), por meio de estágios, cursos, conferências, seminários e, em casos especiais, da concessão de bolsa de estudos no estrangeiro; c) Divulgar informações sobre testes e medidas educacionais (Lourenço Filho, 1971).

A Fundação Getúlio Vargas, em conjunto com instituições internacionais, desenvolveu dois projetos: a Agência dos Estados Unidos para o Desenvolvimento Internacional (USAID), cujo foco se dava nos testes de aptidões gerais, industriais e comerciais; e o projeto FORD, cuja meta era o desenvolvimento de uma série de testes para os anos escolares finais nas áreas de Linguagens, Estudos Sociais e pensamentos quantitativos, como a Matemática, Ciências Naturais e Físicas (Gatti, 2009).

Com a implementação de cursos de pós-graduação no Brasil, a década de 1970 é marcada por críticas ao sistema educacional brasileiro, embasadas pela sociologia francesa (Bourdieu; Passeron, 1975) e americana (Lipkin, 1976). Cunha (1989) publicou uma obra marcante conhecida como a *Educação e Desenvolvimento Social no Brasil*, escrita entre 1972-1975 que afirmava que:

No Brasil, infelizmente, não há um estudo como esse que mostre, claramente, que as crianças da classe trabalhadora (naquele caso, de um segmento etnicamente distinto) frequentam escolas de qualidade mais baixa e são mais intensamente afetadas por ela no seu desempenho educacional. No entanto, é possível tomar alguns dados, mesmo que parciais, e tentar especular sobre a existência de fenômeno da mesma natureza em nosso país, apesar de não podermos medir sua intensidade, como fez Coleman para os Estados Unidos (Cunha, 1989, p. 152).

Esse período é marcado pelo início de pesquisas brasileiras no campo da avaliação educacional, com base nos primeiros resultados oriundos de avaliações de larga escala da realizados na década de 1960. As pesquisas sobre o desempenho escolar pautavam-se, principalmente, nos fatores externos, tais como: as características sociodemográficas relacionadas ao acesso a determinados níveis de ensino ou ao fracasso em determinada série (Bessa, 1971), o caso do acesso ao ensino superior e do acesso da mulher ao ensino de terceiro grau (Barroso; Mello, 1975) e os condicionantes sociais do sucesso no vestibular (Siano, 1977). Foi nos anos finais da década de 1980, a primeira iniciativa de organização de uma sistemática de avaliação dos ensinos Fundamental e Médio em âmbito nacional (Bonamino; Sousa, 2012). Para Freitas (2007), passaram-se cinco décadas, desde 1930, quando houve a intenção do Estado brasileiro de utilizar essas avaliações para a implementação de políticas e práticas governamentais direcionadas à Educação Básica e de a avaliação, consequentemente, assumir as seguintes características: externa, em larga escala, centralizada, com foco no rendimento do estudante e no desempenho dos sistemas de ensino. Essas características vão ao encontro do artigo 205, da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, a qual cita que cabe aos representantes do governo, garantir à educação, como direito a todos os brasileiros, a ser promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (Art. 205). Com o propósito de acompanhar e garantir a qualidade, equidade e eficiência do ensino e da aprendizagem, as avaliações educacionais externas, juntamente com as equipes pedagógicas das escolas, tornam-se agentes produtores de respostas para a sociedade.

Assim, no Brasil, o início da década de 1990 é marcado, segundo Bonamino e Sousa (2012), como o início da primeira geração de avaliações de larga escala. Para as autoras, a primeira geração teve como finalidade acompanhar a evolução da qualidade da Educação. Os resultados foram divulgados por meio da internet, para consulta pública, e de outras mídias para a divulgação dos resultados. No entanto, não houve devolutivas diretas para as escolas. Ainda na década de 1990, as avaliações de larga escala passaram a ser garantidas pelas Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, como apontam os incisos V e VI do artigo nono:

A União incumbir-se-á de:

V - coletar, analisar e disseminar informações sobre a educação;

VI - assegurar processo nacional de avaliação do rendimento escolar no ensino fundamental, médio e superior, em colaboração com os sistemas de ensino,

objetivando a definição de prioridades e a melhoria da qualidade do ensino (Brasil, 2005, p.10).

Reafirma-se, portanto, o papel da avaliação externa como um processo de compromisso dos estados e municípios brasileiros, conforme conteúdo do Artigo 87:

Art. 87. É instituída a Década da Educação, a iniciar-se um ano a partir da publicação desta Lei. [...]

§ 3º Cada Município e, supletivamente, o Estado e a União, deverá: [...]

IV - integrar todos os estabelecimentos de ensino fundamental do seu território ao sistema nacional de avaliação do rendimento escolar (Brasil, 2005, p. 32).

Nessa década, as avaliações de larga escala ganharam destaque ainda maior a partir da implementação do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (Saeb). O Saeb, que ocorre de dois em dois anos e completa seu décimo sexto ciclo em 2021, compõe a maior avaliação do Brasil, atuando em todos os estados brasileiros. Segundo o Inep, o Saeb tem como objetivo apresentar um diagnóstico da Educação Básica por meio de um conjunto de avaliações, sendo elas: Avaliação Nacional da Educação Básica, Avaliação Nacional do Rendimento escolar (conhecida como Prova Brasil, sendo também incorporada em 2013), e a Avaliação Nacional da Alfabetização. De acordo com o histórico divulgado no *site* do Inep⁵, a área de Ciências da Natureza esteve contemplada como foco de avaliação nos anos de 1990, 1993 e 1995, para as etapas de 1ª, 3ª, 5ª e 7ª séries do Ensino Fundamental. Em 1997, o Inep produziu uma matriz de referência para o Saeb, para a 4ª e 8ª séries do Ensino Fundamental e 3ª série do Ensino Médio. Nessa matriz, as habilidades direcionadas para a área de Ciências da Natureza passam a contar com a descrição dos componentes curriculares de Biologia, Física e Química. Porém, essa matriz esteve em vigor apenas nas edições de 1997 e 1999.

Segundo Werle (2011), até 1997, a avaliação da Educação Básica em nível nacional se reduzia ao Saeb, que era realizado de forma amostral e focado em competências de Leitura e Matemática (Medeiros *et al.*, 2017, Garcia *et al.*, 2019). Capocchi (2017) comenta que o Saeb, nesse período, por se tratar de uma base amostral, restringia o poder dado aos estados da federação em relação à adoção de medidas nas escolas e no currículo escolar, além de não se sustentar como mecanismo para adoção de políticas de responsabilização de professores, diretores e gestores por melhorias de qualidade nas unidades. Dessa forma, Bonamino e Sousa (2012) entendem que o desenho do Saeb se mostrava adequado para diagnosticar e monitorar a evolução da qualidade da Educação Básica, mas não permitia a conferência da evolução

⁵ Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br>. Acesso em: 28 abr. 2025.

específica do desempenho de estudantes ou escolas. Esse período é marcado, ainda, por uma crescente onda de criação de avaliações estaduais, tais como o Sistema de Avaliação da Educação Pública de Minas Gerais, em 1991, o Sistema Permanente de Avaliação da Educação Básica no Ceará, em 1992, e a criação do Sistema de Avaliação do Rendimento Escolar de São Paulo, em 1996. Todas essas avaliações ceditárias tinham um único objetivo de produzir informações que sustentassem a promoção de políticas públicas para o aprimoramento da aprendizagem escolar.

Gatti (2007) enfatiza a necessidade de uma reflexão mais aprofundada sobre as avaliações externas, tanto do ponto de vista educacional quanto em termos de custos, durante o período do qual estamos tratando. A autora instiga um questionamento crítico sobre a capacidade dessas avaliações de, por si mesmas, elevar a qualidade da educação. levando-se em consideração o fato de que o Brasil já implementa uma série de avaliações, mas ainda lida com desafios importantes na qualidade do ensino, Gatti coloca em dúvida a eficácia desses mecanismos. Nesse sentido, a autora propõe uma análise mais detalhada sobre como essas avaliações estão sendo utilizadas, se estão, de fato, contribuindo para melhorias educacionais ou se, simplesmente, refletem as deficiências existentes no sistema educacional. Portanto, a crítica de Gatti (2007) aponta para a necessidade de uma medição mais abrangente das estratégias de avaliação no Brasil, que levem em conta não apenas suas aplicações e resultados, mas, também, a forma como se integram às políticas e práticas educacionais mais amplas para que, efetivamente, melhorem a qualidade do ensino.

Em suma, a década de 1990 é marcada pelo surgimento de diversas avaliações mais abrangentes, sendo elas o Saeb, as avaliações estaduais, a Prova Brasil e o Enem (Vianna, 2014), todas com a finalidade de diagnosticar a aprendizagem dos estudantes e utilizar os seus resultados para subsidiar políticas públicas. Gatti (2009) menciona, ainda, que, nesse período, houve uma forte ocorrência nos processos avaliativos no Brasil, mas que, com o tempo, surge uma cultura de avaliação educacional focada na responsabilidade (*accountability*). O cenário atual promove debates e contraposições aos processos avaliativos implementados em diversos níveis educacionais e sistemas de administração educacional no país (Gatti, 2009). Com isso, a autora expõe que nesse período houve uma preocupação crescente com os resultados dos processos de ensino, impulsionando iniciativas como o aperfeiçoamento de currículos escolares, a formação continuada de professores, a revisão da formação básica dos docentes e a produção de materiais didáticos. Nesse artigo, a autora transparece que tem a esperança de

que as avaliações possam ser vistas como estímulos para mudanças nos processos educacionais, não como punições.

Segundo Bonamino e Sousa (2012), a emergente política de responsabilização que se desenvolve a partir da utilização dos resultados das avaliações de larga escala, contribui para o reconhecimento da sua segunda e terceira geração na Educação Básica no Brasil. A segunda geração é marcada pelo início do movimento das devolutivas pedagógicas, ou seja, envolve a participação das escolas, equipe pedagógica e comunidade escolar na apropriação dos resultados, sem instituir consequências materiais (Bonamino; Sousa, 2012). Essas consequências, segundo os autores Carnoy, *et al.* (2001), são reconhecidas como políticas de responsabilização “*low stakes*”, ou seja, aquelas leves (Brooke, 2006) ou brandas (Bonamino; Sousa, 2012). Um exemplo de responsabilização branda é o trabalho realizado pelo programa Simave em Minas Gerais que, em sua legislação, proíbe, explicitamente, a utilização dos resultados com o objetivo de classificar as escolas ou outros componentes do Sistema de Educação de Minas Gerais, com vistas a modificar o processo educativo (Brooke, 2006). Para Souza (1999), a finalidade do Simave sempre foi a de diagnosticar o desenvolvimento do ensino e para Brooke (2006), quando o programa assume a responsabilidade pelo melhoramento dos resultados da educação, essa recai sobre a Secretaria da Educação de Minas Gerais que, de posse de informações mais precisas sobre o desempenho dos estudantes, estaria em condições de adotar políticas mais eficazes para a melhoria da qualidade do ensino. Dessa forma, para Zaponi e Valença (2009), o mecanismo de responsabilização previsto na segunda geração das avaliações de larga escala tem como propósito o favorecimento da mobilização das equipes escolares para a melhoria da educação a partir da apropriação dos resultados, bem como a participação dos pais e da comunidade em relação à escola. Gatti (2007) também ressalta a relevância das avaliações como ferramentas cruciais na definição e redefinição de políticas educacionais, pois influenciam a atuação de gestores e professores, além de servirem como fonte de informação para pais e a comunidade. Ele argumenta que as avaliações devem ser integradas ao currículo escolar e empregadas para fornecer uma orientação mais precisa para gestores, escolas e professores sobre os conteúdos desejados.

A terceira geração de avaliações em larga escala se distingue pelo uso de seus resultados para impor consequências imediatas aos participantes, resultando em políticas de responsabilização de alto risco ou “*high-stakes*”, conforme identificado por Carnoy *et al.* (2001). Gatti (2007), voltado ao contexto brasileiro, observa que as políticas de avaliação tendem a focar no rendimento escolar, o que pode levar a uma compreensão limitada da

qualidade da educação. Ele questiona a respeito da possibilidade de atuação dessas avaliações como mecanismos impulsionadores de melhorias para professores, alunos e gestores ou de suas limitações a ferramentas para comparações desequilibradas e, por vezes, injustas. Zaponi e Valença (2009) destacam, ainda, que essa abordagem pode levar a avaliações ou recompensas baseadas nos resultados de alunos e escolas, como evidenciado pelo programa Bônus Mérito em São Paulo, que vincula o pagamento dos professores aos resultados do Saresp. No entanto, Pizarro e Lopes (2017) argumentam que essa estratégia de bonificação, baseada no desempenho escolar, desvia o objetivo principal dessas avaliações, que deveria ser o fornecimento de indicadores para a validação de boas práticas educacionais. Outra intervenção relevante tem sido observada a partir de ações como o estreitamento e manipulação do currículo escolar para atender aos testes, sendo essa uma atitude classificada como “*high-stakes*” por parte dos professores que, em seus planejamentos anuais, privilegiam os tópicos avaliados, e desconsideram aspectos importantes do currículo, inclusive de caráter não cognitivo (Bonamino; Sousa, 2012).

Para Gatti (2007), as avaliações devem ter um ponto de referência claro e serem fundamentadas em filosofia educacional, de modo a terem sentido dentro das políticas educacionais e contextos em que são realizadas. Elas devem visar ações e intervenções significativas, evitando ser condenatórias ou classificatórias, se o objetivo for, verdadeiramente, educativo. Vale ressaltar que as políticas de responsabilização que emergem na segunda e na terceira geração das avaliações de larga escala no Brasil têm envolvido professores e gestores nos desafios e questões a serem superados pela escola. Dessa forma, o professor, em sua prática, convive com as avaliações em larga escala e faz parte dessa avaliação tanto quanto seu estudante (Pizarro; Lopes, 2017). No entanto, Gatti (2007) ressalta os desafios enfrentados pelos educadores para a compreensão dos dados divulgados. Tal entendimento só pode ser esperado das escolas se estas tiverem acesso adequado às informações e forem capazes de incorporá-las como elementos orientadores de suas ações. Gatti (2009) ainda entende que, no Brasil, há uma ausência de formação nos cursos de profissionais licenciados no que tange à compreensão sobre a apropriação dos resultados e políticas advindas das avaliações de larga escala. O autor compreende que a formação desses profissionais vem sendo adquirida por outros caminhos, como em programas avaliativos postos em prática nas escolas em vários níveis do sistema educacional brasileiro com abrangência nacional ou regional.

A dificuldade no entendimento e na utilização das tecnologias envolvidas nas avaliações dos estudantes e na disseminação dos resultados constitui um obstáculo notável no sistema

educacional, conforme apontam Fontanive (2013) e Medeiros *et al.* (2017). Essa lacuna de compreensão, enfrentada por professores, coordenadores pedagógicos e diretores de escolas, estende-se desde a aplicação das ferramentas de avaliação até a interpretação e uso efetivo dos dados obtidos (Medeiros *et al.*, 2017, p. 3). Além disso, a falta de familiaridade com as plataformas digitais, com os métodos de análise de dados e com as estratégias de comunicação eficazes para divulgar os resultados, limita a efetividade da integração dessas informações de forma significativa em práticas pedagógicas por parte dos educadores. As diversas deficiências relacionadas à avaliação educacional podem ser fatores contribuintes para a prevalência da “pedagogia do exame”, conforme aborda Luckesi (2009).

Afonso *et al.* (2019) destacam a necessidade urgente de ampliar o tempo dedicado à discussão e ao aprimoramento de atividades voltadas para a avaliação educacional na formação inicial de educadores. Segundo os autores, os licenciandos enfrentam uma escassez de oportunidades para um estudo aprofundado sobre essa temática. Paralelamente, observa-se a continuidade das práticas avaliativas centradas em exames no contexto educacional, que persistem sem indicar a necessidade essencial de uma reflexão e revisão de determinados aspectos prejudiciais ao processo de ensino e aprendizagem (Afonso *et al.*, 2019).

Para Luckesi (2005), as características do uso dos resultados das avaliações educacionais como exame estão associadas a uma cadeia em três principais passos. Para o autor, o docente está preocupado com o desempenho final, sem considerar o processo pelo qual o estudante passou para chegar a determinada resposta, o que leva ao segundo passo: a interpretação de que os exames são, exclusivamente, classificatórios. Nesse contexto, os estudantes são divididos em categorias de aprovados ou reprovados, ou algo similar, criando uma escala com notas de zero a dez. Por fim, em decorrência de serem classificatórios, os exames também são seletivos ou excludentes. Devido a essa natureza, muitos estudantes acabam sendo excluídos ou deixados para trás. Essa seletividade dos exames reflete a natureza muitas vezes perversa da pirâmide educacional brasileira, que desconsidera os desempenhos pontuais. O autor ainda enfatiza que é essencial que se considere o percurso desenvolvido pelo estudante, bem como o caminho cognitivo que o levou a apresentar determinada resposta. Isso se dá porque a avaliação da aprendizagem deve estar homologada a um projeto pedagógico construtivo, que vê o ser humano como um ser em contínuo desenvolvimento e construção. Ainda, Luckesi (2018) acrescenta que a análise de dados estatísticos deve ser vista como uma ferramenta para ação. Os dados estatísticos revelam o panorama do contexto educacional desenvolvido e devem ser usados para o cultivo de uma investigação avaliativa mais profunda.

Tais informações são meios para mudanças e melhorias, refletindo abordagens avaliativas que se concentram no desenvolvimento contínuo e na inclusão dos estudantes. Somente assim, a avaliação se torna diagnóstica e, por consequência, inclusiva, pois não descarta ou exclui, mas convida à melhoria. No entanto, Silva *et al.* (2022) revelam que:

secretarias de educação, escolas e professores apenas recebem os dados, mas não os convertem em ações práticas, impactando no menor número de investigações sobre usos de dados e nas lacunas de conhecimento sobre essa temática no Brasil (Silva *et al.*, 2022, p. 30).

A respeito dessa temática, Gatti (2007) já apontava que a disseminação dos dados seria desafiadora e que, segundo a autora, não eram apresentados de maneira que fossem facilmente compreendidos pelas escolas, gestores e docentes. O que corrobora com as conclusões de Fontanive (2013), ao observar que, embora os sistemas de avaliação tenham sido introduzidos há quase duas décadas e que tenham uma vasta quantidade de dados encontrados e divulgados, eles parecem não surtido os efeitos esperados no dia a dia do processo de ensino e de aprendizagem. A autora reforça que a metodologia empregada nas avaliações externas satisfaz mais os aspectos estatísticos do que contribui para o ensino nas escolas, tornando necessária a busca por formas de apresentação os resultados que façam sentido para educadores e permitam com que eles utilizem esses dados para a melhoria do ensino.

Essas evidências apontam para a deficiência na formação do professor, já que há uma ausência de discussões sobre avaliações educacionais nos cursos de formação inicial (Silva, 2019). Perrenoud (1999a), Gatti (2003), Barbosa (2011), Boas e Soares (2016) e Hoffmann (2011) afirmam que as diversas disciplinas que compõem a matriz curricular dos cursos de formação inicial de professores não ofertam o tema da avaliação escolar. Hoffmann (2011), por sua vez, afirma que esse cenário leva a uma formação superficial na área, resultando em profissionais que podem não estar plenamente preparados para lidar com os aspectos complexos da avaliação educacional. Esse déficit na formação inicial reflete-se na prática pedagógica, restringindo a autonomia dos professores em implementar estratégias de avaliação mais eficazes e inovadoras em sala de aula. Além disso, a limitação no conhecimento sobre recursos tecnológicos também pode obstruir a agência das escolas em utilizar integralmente os dados das avaliações para aprimorar métodos de ensino e aprendizagem e implementar técnicas pedagógicas mais específicas e eficazes. Este cenário ressalta a importância vital do acesso à formação continuada e a um suporte técnico adequado. Diante desse contexto em que as avaliações de larga escala se inserem, é possível notar que a segunda e terceira gerações têm

nos conduzido a discussões sobre esse instrumento e a apropriação de seus resultados, sobre o delineamento de políticas educacionais, sobre a formação de professores e sobre a identificação de conteúdos específicos do que os estudantes que devem ser desenvolvidos pelos estudantes em cada uma das etapas escolares.

Em continuidade a essa análise, chegamos à seção sobre "Competência cognitiva: a categorização do conhecimento que leva à construção do documento matriz de referência e a montagem de uma avaliação externa". O subcapítulo a seguir explora as formas como o conhecimento é categorizado e organizado para a formação da base de avaliações de larga escala. Nosso enfoque é na compreensão de como o documento matriz de referência é construído, sendo este um processo que reflete as competências e habilidades esperadas que tenham sido desenvolvidas pelos estudantes ao final de uma etapa escolar. Além disso, discutiremos a montagem de uma avaliação externa, considerando como esta se alinha com as metas educacionais estabelecidas, e, ainda, como pode ser utilizada para medir, de forma eficaz, o aprendizado dos alunos.

2.2 COMPETÊNCIA COGNITIVA: A CATEGORIZAÇÃO DO CONHECIMENTO QUE LEVA À CONSTRUÇÃO DO DOCUMENTO MATRIZ DE REFERÊNCIA E A MONTAGEM DE UMA AVALIAÇÃO EXTERNA

A Teoria das Inteligências Múltiplas, proposta por Gardner (2000), sugere que a competência cognitiva humana não é unitária, mas, sim, composta por uma variedade de habilidades, talentos e capacidades mentais, denominadas, também como inteligências. Essas inteligências permitem aos indivíduos resolver problemas ou criar produtos que sejam valorizados em diferentes contextos culturais. Logo, a Teoria das Inteligências Múltiplas amplia a compreensão tradicional de inteligência, elaborando uma gama mais diversificada de competências cognitivas e destacando a importância dos contextos culturais na definição e valorização dessas habilidades.

Ao refletir sobre essa teoria, focamos na competência cognitiva dentro da educação escolar que, conforme descrito por Nascimento (2009), é um meio de alcançar um entendimento renovador do mundo e promover a evolução do indivíduo. Nascimento (2009) ressalta que essa competência é crucial no ambiente escolar, devendo ser transformada em base para uma educação mais reflexiva e crítica, opondo-se à simples adaptação dos indivíduos à sociedade e, ainda, incentivando-os a ter uma abordagem consciente das questões contemporâneas. Libâneo

(2009), por sua vez, conecta esses objetivos a tarefas específicas, como o desenvolvimento da razão crítica, da capacidade de pensar e intervir na realidade por meio de uma sólida formação cultural e científica, e do completo manejo de recursos pedagógico-didáticos para dominar competências cognitivas, levando ao "aprender a pensar". Além disso, Libâneo (2009) enfatiza a importância do fortalecimento da subjetividade e da identidade dos alunos, além do respeito à diversidade social e cultural, para a formação de cidadãos participativos e ativos. Ramos e Pagotti (2008) complementam a visão desses autores ao focar na competência cognitiva no contexto acadêmico. Os teóricos identificam habilidades essenciais como memorização, comparação, associação, avaliação, interpretação e formulação de hipóteses, as quais são cruciais para a preparação dos alunos para os desafios do ensino superior e da pesquisa. Os autores sublinham a relevância do pensamento operatório, destacando que a compreensão e adaptação às rápidas transformações do mundo contemporâneo exigem uma mobilização dinâmica das estruturas lógicas, que devem estar em constante evolução e adaptação. Esta perspectiva enfatiza a importância de um ensino que não apenas informa, mas também forma indivíduos capazes de pensar criticamente e de se adaptar a um mundo em contínua mudança.

Pozo (2005) aprofunda a discussão promovida pelos teóricos mencionados anteriormente, ressaltando que o conhecimento implica na habilidade de manipular representações, uma vez que o sistema cognitivo humano é intrinsecamente orientado para representar o mundo. Ele defende que o ensino deve ser estruturado de forma a auxiliar o aluno a desenvolver seu próprio processo de aquisição de conhecimento, levando em conta aspectos gnosiológicos, psicológicos, sociológicos e pedagógicos, como enfatizado por Libâneo (2009). Assim, Pozo (2005) sugere que a adaptação às novas formas de lidar com o conhecimento requer uma transformação substancial nas concepções de aprendizagem e ensino. Isso vai além de meros ajustes técnicos: implica em uma mudança fundamental na mentalidade e na abordagem conceitual por parte dos professores em relação à didática e ao processo educativo. Essa reflexão leva à necessidade de examinar os documentos fundamentais na elaboração de avaliações de larga escala, como a Matriz de Referência. Esses documentos são profundamente influenciados pela maneira como o conhecimento é categorizado, o que, por sua vez, afeta diretamente a estrutura dos instrumentos de avaliação utilizados nessas provas externas. Entender como essas avaliações tanto refletem quanto influenciam o cenário educacional é crucial. Elas não apenas medem o aprendizado dos alunos, mas, também, orientam as práticas de ensino e aprendizagem, moldando o currículo e as estratégias pedagógicas adotadas nas

escolas. Portanto, a análise desses documentos de avaliação torna-se essencial para a compreensão e o aprimoramento do sistema educacional em um contexto mais amplo.

Complementando esses pensamentos, Solano-Flores (2019) observa que os testes padronizados funcionam como espelhos culturais, refletindo os valores e normas das sociedades que os desenvolvem. No âmbito das avaliações educacionais, os documentos que orientam a construção desses instrumentos de teste não apenas medem competências culturalmente valorizadas, mas, também, tendem a perpetuar estruturas sociais e, conseqüentemente, podem reforçar desigualdades existentes. Bennett (2023) vai além, apontando que a história dos testes padronizados é marcada por práticas eugenistas e discriminatórias. Essa perspectiva sublinha a necessidade de uma análise crítica e consciente desses instrumentos, para a garantia de que eles sirvam como ferramentas eficazes e equitativas no processo educativo, em vez de, simplesmente, perpetuarem padrões históricos de desigualdade e exclusão.

Dessa forma, o exame minucioso das matrizes de referência e dos fundamentos sociais subjacentes aos testes padronizados é crucial para o entendimento de como a organização da sociedade afeta tanto o conhecimento científico quanto o processo educacional. Nesse âmbito, indagações importantes surgem: Que tipo de ciência é enfatizada nesses documentos?; Quais competências cognitivas são esperadas dos estudantes na avaliação de componentes curriculares de Ciências? Tais questionamentos nos levam a ponderar sobre a BNCC e a possibilidade de uma uniformização do ensino, como discutido por Casagrande *et al.* (2019), enfatizando a necessidade de métodos de avaliação que respeitem a diversidade cultural e regional do Brasil.

Ao adentrarmos na seção “Categorização do conhecimento”, refletiremos sobre o papel das avaliações de larga escala na influência de políticas públicas, especialmente no campo das Ciências. A interpretação dos resultados dessas avaliações transcende a mera análise de dados estatísticos: ela deve começar com a compreensão dos documentos que norteiam o processo avaliativo. Por isso, nesta seção, apresentaremos as informações fundamentais que embasam essas avaliações, destacando sua relevância para a correta apropriação dos resultados. Esse é um passo essencial para garantir que essas avaliações sejam válidas e reconhecidas por todos os envolvidos no processo educacional.

2.2.1 Categorização do conhecimento

Cientes de que os termos habilidades e competências são correntes em documentos educacionais, como nos currículos, documentos de referência curriculares (como a BNCC), nas

matrizes de referência e relatórios pedagógicos de avaliações de grande escala, torna-se importante o destaque de suas contribuições para a compreensão dos dados estatísticos. Por isso, é necessário ampliar a discussão sobre esses dois conceitos.

Segundo Brito *et al.* (2000), a habilidade é uma característica psicológica singular, que trabalha em favor dos domínios de uma determinada atividade, de forma rápida e fácil. Assim, na área educacional, o estudante demonstra possuir habilidade ao atribuir respostas corretas frente a uma situação-problema que envolve a mobilização de determinados conhecimentos. Já em relação às competências, os autores definem como a realização de tarefas que requerem habilidades cognitivas específicas. Diante desse entendimento, esta seção terá como uma das fontes de referência a publicação *Taxionomia de objetivos educacionais*, que se debruça sobre os estudos do domínio cognitivo, que é parte fundamental da percepção das habilidades e competências. O texto introdutório desse livro nos motiva a pensar sobre as respostas que os docentes oferecem quando são questionados sobre o que se espera dos seus estudantes.

A taxonomia de objetivos educacionais nasce de uma reunião informal entre professores universitários na convenção da Associação Americana de Psicologia, em Boston, no ano de 1948. O interesse dos professores seria o de produzir um quadro teórico de referência que auxiliasse na comunicação entre examinadores. A partir dessa discussão, entendeu-se que a forma mais adequada para se obter essa referência seria por meio de um sistema de classificação de objetivos que compreendesse a base de planejamento na produção de currículos e avaliações. Esse movimento oportunizou sistemáticos encontros de 1949 a 1953 e, para Bloom *et. al* (1977), a produção desse quadro teria relevância, pois estimularia a pesquisa sobre avaliação e sobre as relações entre educação e avaliação. Assim, em 1956, Benjamin S. Bloom, entre outros pesquisadores⁶, produziu um quadro de referências conhecido como Taxionomia de Bloom. Essa taxonomia tem por finalidade facilitar a comunicação e classificar os objetivos do sistema educacional, uma vez que alguns professores julgavam que seus estudantes devem “internalizar o conhecimento”, outros desejam que seus estudantes “alcancem o cerne ou a essência do conhecimento” ou, ainda, que o “compreendam”. Porém, o que, especificamente, consiste na

⁶ Gordon V. Anderson (Universidade do Texas); Ruth Churchill (Faculdade de Antioch); L. J. Cronbach (Universidade de Illinois); Harold L. Dahnke, Jr. (Universidade do Estado do Michigan); Lily Detchen (Faculdade da Pensilvânia para Mulheres); Paul L Dressel (Universidade do Estado do Michigan); Henry S. Dyer (Serviço de Avaliação Educacional); Robert. L Ebel (Universidade de Iowa); Max Engelhart (Escolas Públicas de Chicago); Warren Findley (Serviço de Avaliação Educacional); Edward J. Furst (Universidade do Estado do Michigan); N. L Gage (Universidade de Illinois); Chester W. Harris (Universidade de Wisconsin); J. Thomas Hastings (Universidade de Illinois); Louis M. Heil (Faculdade de Brooklyn); Walker H. Hill (Universidade do Estado do Michigan); Clark W. Horton (Faculdade de Dartmouth); David R. Krathwohl (Universidade do Estado de Michigan); M. Ray Loree (Universidade

“compreensão” do estudante? Assim, a Taxionomia deve servir de apoio para professores, gestores, pesquisadores e especialistas que trabalham com currículo e avaliação.

A Taxionomia é organizada em três processos, sendo eles o cognitivo, o afetivo e psicomotor. O domínio cognitivo, tema que estará mais evidente nesta pesquisa, inclui objetivos vinculados à memória, ao reconhecimento e ao desenvolvimento das capacidades e habilidades intelectuais. O afetivo inclui objetivos que descrevem mudanças de interesse, atitudes e valores, além do desenvolvimento de apreciações, e, por fim, o psicomotor abrange a área das habilidades manipulativas ou motoras.

O processo cognitivo é fundamental para a implementação de avaliações, para o pensar sobre o currículo e para a interpretação dos resultados referentes às capacidades intelectuais dos estudantes. Dessa forma, partindo do menor nível de complexidade “Conhecimento” – e caminhando para o maior nível – “Avaliação” – a taxionomia original divide o domínio cognitivo em seis grandes níveis, como sistematiza o quadro a seguir:

Quadro 1 - Definições dos processos cognitivos em Bloom *et al.* (1977)

Domínio cognitivo	Conceito
Conhecimento	Os objetivos para este nível dão mais ênfase aos processos psicológicos da memória e podem estar presentes na evocação de conhecimentos específicos e universais, de métodos e processos, ou de um padrão, estrutura ou composição.
Compreensão	Representa um nível mais baixo de entendimento, ou seja, o avaliado conhece o que está sendo comunicado e pode fazer uso do material sem necessariamente relacioná-lo a outro ou perceber suas implicações em outros contextos.
Aplicação	Compreende o uso de abstrações em situações particulares ou concretas. Nesse sentido, as abstrações podem se apresentar em um trabalho como princípios técnicos, ideias e teorias que podem ser recordados ou aplicados em outro trabalho. É a capacidade de prever o efeito de uma modificação em determinado sistema modificado.
Análise	Indica o desdobramento de uma comunicação em seus elementos ou partes constituintes, de modo que a hierarquia relativa de ideias seja clara e/ou as relações entre as ideias expressas estejam explícitas.
Síntese	Entende-se a combinação de elementos e partes, de modo a formar um todo. Envolve o processo de trabalhar com peças, partes, elementos, informações fragmentadas, de modo que seja capaz de as dispor para combiná-las e constituir um padrão ou estrutura que antes não estava evidente.

(continua)

(continuação)

Domínio cognitivo	Conceito
Avaliação	Julgamentos a respeito do valor do material e dos métodos para certos propósitos. Julgamentos quantitativos e qualitativos acerca da medida em que o material e métodos satisfazem os critérios. Uso de um padrão de avaliação. Os critérios podem ser determinados pelos estudantes ou aqueles que lhe são oferecidos.

Fonte: Bloom *et al.* (1977, p. 170 -179).

Aproximadamente 40 anos após a primeira produção da Taxonomia, em 1956, profissionais de diversas áreas do conhecimento – psicólogos, educadores, especialistas em currículos, testes, avaliação etc. – supervisionados por David Krathwohl, que esteve na construção do instrumento em 1956, realizaram uma revisão da Taxonomia. Krathwohl (2002) declara que os objetivos da Taxonomia original, de maneira coesa, refletem o que os estudantes deverão ser capazes de realizar a partir da aquisição de determinado conhecimento, pois apontam somente o que é esperado que eles aprendam:

Na Taxonomia original, a categoria “Conhecimento” incorporava aspectos substantivos e verbais. O substantivo ou aspecto do assunto foi especificado no *Knowledge's* em extensas subcategorias. O aspecto verbal foi incluído na definição dada a “Conhecimento” na medida em que o aluno fosse capaz de recordar ou reconhecer o conhecimento. Isso trouxe a unidimensionalidade a estrutura ao custo de uma categoria de “Conhecimento” que era de natureza dual e, portanto, diferente de outras categorias taxonômicas. Esta anomalia foi eliminada na Taxonomia revisada ao permitir que estes dois aspectos, o substantivo e o verbo, para formar dimensões separadas, o substantivo fornecendo a base para a dimensão do “Conhecimento” e o verbo formando a base para a dimensão do processo cognitivo (Krathwohl, 2002, p. 2013).

Na revisão teórica sobre a Taxonomia de Bloom apresentada por Belhot e Ferraz (2010), a conclusão dos profissionais especialistas envolvidos seria a de que verbos e substantivos deveriam pertencer a dimensões separadas, nas quais os substantivos formariam a base para a dimensão conhecimento (o quê) e verbo para a dimensão relacionada aos aspectos cognitivos (como). Essa separação ofereceria ao instrumento um caráter bidimensional em relação à taxonomia original. Assim, a nova estrutura da taxonomia apresenta uma parte que é a Dimensão Conhecimento e a outra, que é a Dimensão dos Processos Cognitivos, conforme apresenta o Quadro 2.

Quadro 2 - Definições dos processos cognitivos em Ferraz e Belhot (2010)

Domínio cognitivo	Conceito
Lembrar	Relacionado a reconhecer e reproduzir ideias e conteúdos. Reconhecer requer distinguir e selecionar uma determinada informação e reproduzir (ou recordar) está mais relacionada à busca por uma informação relevante memorizada.
Entender	Relacionado a estabelecer uma conexão entre o novo e o conhecimento previamente adquirido. A informação é entendida quando o aprendiz consegue reproduzi-la com suas "próprias palavras".
Aplicar	Relacionado a executar ou usar um procedimento numa situação específica e pode também abordar a aplicação de um conhecimento em uma situação nova.
Analisar	Relacionado a dividir a informação em partes relevantes e irrelevantes, importantes e menos importantes, e entender a inter-relação existente entre as partes.
Avaliar	Relacionado a realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia.
Criar	Significa colocar elementos junto com o objetivo de criar uma nova visão, uma nova solução, estrutura ou modelo, utilizando conhecimentos e habilidades previamente adquiridos. Envolve o desenvolvimento de ideias novas e originais, produtos e métodos por meio da percepção da interdisciplinaridade e da interdependência de conceitos.

Fonte: Ferraz e Belhot (2010, p. 429).

Segundo Carlos (2017), a revisão da Taxonomia possibilita maior entendimento sobre o desenvolvimento do conhecimento por parte do estudante, oportunizando ao docente a adoção de planejamentos e de estratégias metodológicas e avaliativas mais assertivas. Do ponto de vista técnico, no que tange a construção de um teste, o autor entende que a taxonomia é, também, um recurso significativo para especialistas em avaliação de larga escala no que tange à produção de questões, itens e matrizes de referência. Nesse sentido, é possível, a partir dos resultados das avaliações, ter informações pedagógicas decorrentes da construção das sentenças descritoras apresentadas em um teste. Essas sentenças têm origem no item construído a partir de uma Matriz de Referência.

2.2.2 Matriz de referência e Montagem do teste

Para que realização de uma avaliação de amplitude nacional, estadual ou municipal seja eficiente, é necessária a construção de uma matriz de referência. Para Maceno *et al.* (2011), desde a aprovação da Lei n. 9394/96, em 1996, o Brasil tem adotado, frequentemente, matrizes

de orientação para avaliações públicas em vários níveis da Educação Básica. Exemplos notáveis incluem a matriz do Saeb, estabelecida em 1997; a matriz do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), introduzida em 1998; e a matriz do Exame Nacional para Certificação de Competências de Jovens e Adultos (Encceja), implementada em 2002. Segundo o Plano de Desenvolvimento Escolar do Sistema de Avaliação da Educação Básica (PDE/Saeb) (2011), uma matriz de referência é um documento que reúne um conjunto de descritores construídos a partir de competências e habilidades pré-existent em um currículo, com o intuito de orientar o processo de avaliação em cada disciplina e ano escolar. Para Carlos (2017, p.15), a matriz é o “documento que norteará todo o processo de elaboração do instrumento de avaliação”. Maceno *et al.* (2011) completam, ainda, que essas matrizes se concentram em estruturar o conteúdo curricular científico em torno do desenvolvimento de competências e habilidades. Para os autores, este enfoque visa a integrar diferentes áreas do conhecimento e promover a inserção social, o avanço nos estudos, a entrada no mercado de trabalho e o aprendizado de temas de relevância social. Adicionalmente, os autores entendem que essas matrizes enfatizam a importância da inter-relação entre ciência, tecnologia e questões sociais. Sendo assim, o objetivo é o de avaliar cidadãos que sejam pensantes e críticos, capazes de interagir com e transformar sua realidade, atuando como agentes de mudança em seus ambientes.

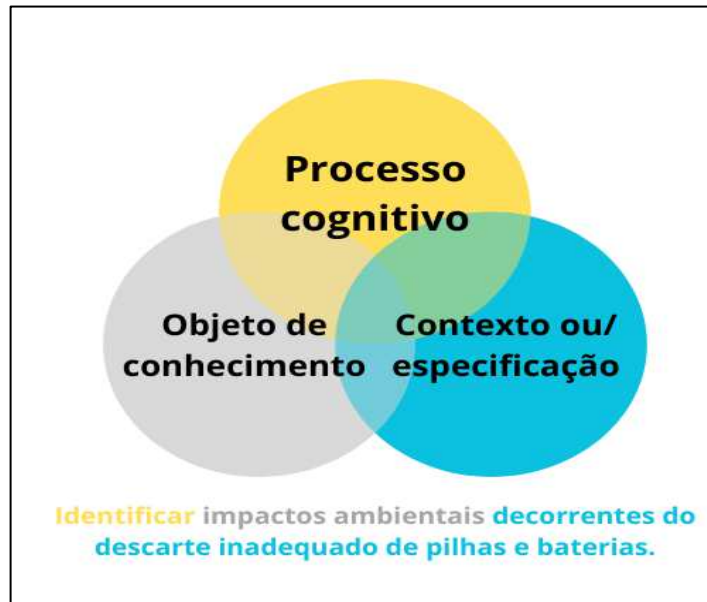
Portanto, as matrizes de referência não são um documento exclusivo para o desenvolvimento do trabalho do professor em sala de aula, pois não englobam todo o currículo escolar. Nery (2000) reforça que esses documentos representam uma operacionalização, ou seja, mobilizam somente uma parcela das habilidades descritas nos currículos que orientam as escolas, com o intuito de obter informações a respeito da cognição nas fases de desenvolvimento dos estudantes. Uma definição para competências e habilidades que se apresentam nesses documentos são:

Competências são as modalidades estruturais da inteligência, ou melhor, ações e operações que utilizamos para estabelecer relações com e entre objetos, situações, fenômenos e pessoas que desejamos conhecer. As habilidades decorrem das competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do 'saber fazer'. Por meio das ações e operações, as habilidades aperfeiçoam-se e articulam-se, possibilitando nova reorganização das competências (Brasil, 1999, p.7).

Para Perrenoud (1999a), a consolidação de uma habilidade é verificada quando o estudante a expressa de forma natural e intuitiva, ou seja, sem sequer pensar. Dessa forma, uma habilidade, segundo a BNCC (2018), expressa uma aprendizagem essencial que deve ser

garantida aos estudantes de diferentes contextos escolares. Desse modo, a sua construção segue uma determinada estrutura, que adaptamos para área de CNT (Figura 1):

Figura 1 - Exemplo da estrutura de uma sentença descritora



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de (BNCC, 2018, p. 29)

A construção das sentenças descritoras envolve o nível de operação mental necessário para a aprendizagem, além de um conceito da área de conhecimento a ser avaliada e o contexto em que se deseja verificar o conhecimento aplicado (BNCC, 2018). Dessa forma, a sentença descritora é uma das diversas formas de avaliar uma habilidade e deve expressar uma aprendizagem pontual e essencial, garantida aos estudantes nos diferentes contextos escolares. Esses fatores fornecem diferentes possibilidades para a elaboração de itens de avaliação, de maneira integrada, contextualizada e adequada para a verificação do pensamento científico que o estudante desenvolveu em relação a um conhecimento e processo cognitivo específico percorrido por ele. Dessa forma, a habilidade está embutida na matriz de referência como um descritor, integrado e contextualizado, adequado para avaliar o julgamento científico do estudante no momento exato da avaliação. Cada item informa sobre uma habilidade prevista na matriz de referência que, no teste de Ciências da Natureza, refere-se a uma atitude que envolve um assunto relacionado a conceitos de Biologia, a Física ou a Química.

De posse da Matriz de referência, os autores constroem os itens. Segundo Pontes, Finamore e Carvalho (2023), a construção de itens é uma tarefa que exige elevado grau de complexidade técnica e exige conhecimentos específicos quanto à formulação do enunciado,

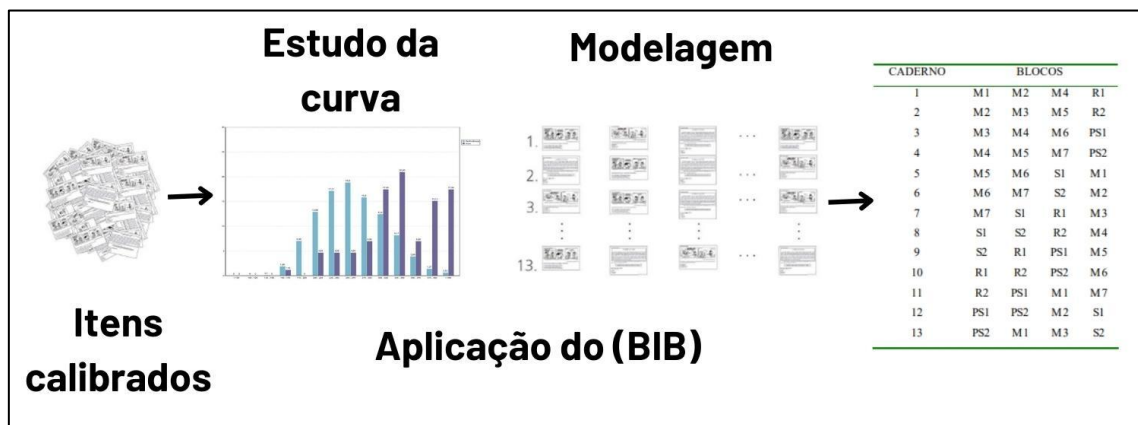
da precisão e articulação do comando e das distrações de respostas, que devem ter plausibilidade. Ainda assim, segundo os autores, esses itens devem ser submetidos a uma pré-testagem, ou seja, são calibrados em uma amostra e examinados, com o objetivo de realizar um estudo em relação aos parâmetros estatísticos e, novamente, da qualidade pedagógica. Após isso, os itens que apresentam problemas estatísticos são eliminados, o que garante que apenas aqueles com parâmetros adequados sejam incluídos na seleção final do teste (Pontes *et al.*, 2023). Pontes, Finamore e Carvalho (2023) ainda enfatizam que o pré-teste é essencial para identificar os itens-âncora, que são caracterizados por serem comumente acertados pela maioria dos alunos com proficiência igual ou superior ao nível em questão.

A partir disso, é preciso planejar a montagem do teste. As avaliações de larga escala contam com um quantitativo de itens, em geral de múltipla escolha, criado para verificar a proficiência, calculada por modelo matemático, do estudante por meio da resposta dada. A decisão sobre o quantitativo de itens que comporá o teste é um ponto importante para a composição do instrumento de medida. Segundo Andrade *et al.* (2000), o teste deve conter um elevado número de itens, pois um dos objetivos da avaliação de grande escala é medir de forma abrangente as habilidades e competências essenciais do período de escolaridade a ser avaliado. Logo, para realizar a montagem do teste, é preciso estabelecer critérios robustos para a geração de dados que são definidos em um design de teste. O design deve prever a quantidade de itens, de blocos e de cadernos suficientes para testar as habilidades previstas na matriz de referência do teste e leva em consideração uma metodologia de trabalho.

Com base no estudo das medidas educacionais da pré-testagem, Pontes, Finamore e Carvalho (2023) apontam que o especialista em avaliação modela o teste pensando também em recursos semióticos capazes de oferecer condições para que o aluno resolva o maior número de itens sem se cansar durante o percurso. Dessa forma, leva-se em consideração a dificuldade do item pelo parâmetro da TRI do pré-teste, o tipo de suporte (texto, imagem, gráfico, quadro), o nível cognitivo (considerando a taxonomia de Bloom revisada), os contextos diferentes, a sequência de gabaritos e as habilidades da matriz de referência do teste (Oliveira, 2011). Para operacionalizar o teste, o design se encarrega de prever que, a maior parte dos estudantes responderá, necessariamente, a todas as habilidades. Nesse caso, torna-se importante considerar que a cobertura de todas as habilidades de uma matriz de referência resultaria em um teste cansativo e extenso. Por isso, leva-se em consideração uma metodologia de trabalho na modelagem dos testes (Klein; Fontanive, 1995). Essa metodologia é conhecida como a técnica dos blocos incompletos balanceados (BIB). Cada caderno de teste é composto por um conjunto

de blocos, cada qual composto por um conjunto de habilidades que se alternam. Assim, o bloco 1 não terá, necessariamente, as mesmas habilidades que o bloco 2. Dessa forma, o caderno de teste é composto por blocos variados, possibilitando que uma população de estudantes da mesma escola, região ou estado, respondam a todas as habilidades previstas na matriz de referência (Klein; Fontanive, 1995). A seguir, a Figura 2 ilustra esse processo:

Figura 2 - Etapas básicas da modelagem de um teste de larga escala



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Com base nessa perspectiva metodológica, o teste é montado e aplicado, estando, assim, pronto para coletar os resultados por meio de medidas educacionais. No capítulo a seguir, apresentaremos brevemente o assunto das medidas educacionais, destacando o modelo logístico mais utilizado atualmente nas avaliações de larga escala.

3 MEDIDAS EDUCACIONAIS

“É por isso que vou tomar aulas particulares de Matemática. Preciso saber das coisas.”

Clarice Lispector

A psicometria, conforme definida por Pasquali (2009), é uma área da psicologia e educação que se dedica a entender o significado por trás das respostas dadas pelos indivíduos a uma série de tarefas, geralmente conhecidas como itens. Esta disciplina busca decifrar os padrões e as razões subjacentes às respostas dos assuntos, oferecendo informações valiosas sobre suas habilidades, competências e características psicológicas. Ao analisar as respostas a esses itens, os psicometristas são capazes de avaliar aspectos quantitativos e qualitativos do comportamento humano, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada dos processos mentais e cognitivos.

Com suas raízes na teoria e na prática estatística, a psicometria utiliza métodos rigorosos para a garantia da validade e da confiabilidade das avaliações, tornando-se uma ferramenta essencial para a avaliação educacional, para a pesquisa psicológica e para a tomada de decisões baseadas em dados. Bennett (2023) expõe que o movimento entre psicometristas e desenvolvedores de testes educacionais em busca da equidade é uma forma de reconhecimento dos desafios históricos e atuais de viés cultural e social presentes nas avaliações educacionais. A autora ainda explica que esse foi e ainda é um movimento internacional e declarado, inclusive, pelo consórcio americano para equidade na educação. A partir dessas ações, medidas têm sido tomadas para desfazer teorias, métodos e práticas com o intuito de tornar a avaliação culturalmente relevante e anti-discriminatória.

De certa forma, o surgimento da Psicometria está relacionado à incansável busca pela compreensão sobre a inteligência humana, um conhecimento de interesse coletivo para a evolução da sociedade. O conceito de inteligência, no século XX, ganhou contribuição expressiva com os trabalhos de Alfred Binet e Théodore Simon, cujas motivações surgem a partir da preocupação do governo francês em identificar as crianças com dificuldades na aprendizagem. Essa preocupação, portanto, evidencia o desejo do oferecimento de condições diferenciadas de ensino escolar, já que visou a não exclusão dessas crianças (Binet; Simon, 1905, p. 508). Anteriormente, o governo francês discriminava os estudantes por comparação e os classificava como crianças normais e subnormais. As subnormais eram divididas em categorias sendo uma delas a dos estudantes “*unstable*”, aqueles mais rebeldes que não seguiam ordens, e a outra, dos alunos “*backward intelligence*”, que, em nossa compreensão, são os

estudantes que apresentavam alguma dificuldade na aprendizagem. Binet e Simon (1905) resignificaram o conceito de inteligência e afirmaram que os indivíduos a apresentam de formas diferenciadas, direcionadas às funções mentais complexas, como por exemplo, memória, imaginação, atenção, compreensão ou apreciação estética. Ao considerar esses aspectos, os teóricos criam a Escala de Inteligência Binet-Simon.

A Escala de Inteligência Binet-Simon era constituída por 30 itens, distribuídos por ordem crescente de dificuldade e dirigida a crianças dos 3 aos 12 anos. Os itens foram agrupados de acordo com a proporção de acertos das crianças por faixas etárias (Almeida, 1988) e o método foi ajustado para incluir as manifestações de inteligência:

O método psicológico que temos desenvolvido é composto de provas de dificuldade crescente que nós apresentamos em tópicos aos sujeitos. Estes testes foram todos examinados e testados, e foi possível perceber as causas dos erros que eles apresentam e do significado dos resultados obtidos. [...] A série de testes é ajustada de forma a incluir a totalidade da gama de manifestações intelectuais, desde o mais baixo, o mais elementar, o que parece ser uma fixação constante em um objeto em movimento (Binet; Simon, 1905, p. 508-509).

Porém, os trabalhos de Thurstone (1928) apontavam que a teoria praticada para verificar a inteligência humana apresentava graves problemas:

Um instrumento de medida, na sua função de medir, não pode ser seriamente afetado pelo objeto de medida. Na extensão em que sua função de medir for assim afetada, a validade do instrumento é prejudicada ou limitada (Thurstone, 1928, p. 547).

O instrumento anteriormente utilizado para realizar essa medida, e que esteve presente em testes até 1950, é conhecido atualmente pelos pesquisadores como Teoria Clássica dos Testes (TCT) (Primi; Pasquali, 2003). É possível aplicar a TCT em um teste educacional quando a verificação é estimada pela soma dos acertos de cada item que compõe o instrumento de avaliação. Segundo Sartes e Souza-Formigoni (2013), a partir dessa teoria, foi possível operacionalizar as duas principais propriedades psicométricas dos instrumentos: a validade e a confiabilidade. Para as autoras, a validade de um instrumento pode ser definida como a capacidade do teste em medir aquilo a que se propõe e a confiabilidade que lhe é dada, ou seja, trata-se do grau de concordância entre múltiplas medidas de um mesmo sujeito, comparando o seu desempenho inter e intra indivíduos. Os estudos dos autores mencionados reforçam os problemas apontados por Thurstone antes da década de 1930, ou seja, o fato de que o

instrumento construído ainda dependia do objeto medido. Pasquali (2020) esclarece que, na TCT, os resultados obtidos para aferir a inteligência do sujeito dependiam do instrumento utilizado. Em outras palavras, as medidas sobre a inteligência de um determinado sujeito seriam diferentes se fossem utilizadas as Matrizes Progressivas de Raven (SPM) ou *Wechsler Adult Intelligence Scales* (Wais). Pasquali (2020) explica que a superação desse problema surge a partir do desenvolvimento da Teoria do Traço Latente, desenvolvida por Lord (1952) e com a contribuição dos estudos de Rasch (1960).

Em seus estudos, Lord (1952) aborda a mensuração de traços mentais por meio de retorno em testes, considerando que a habilidade medida por um teste não se trata de uma variável diretamente observável. Portanto, para o autor, sua magnitude é prejudicada a partir das respostas do examinado aos itens do teste. Ele ressalta que, comumente, a pontuação do teste, usada como medida de habilidade, se constitui pela soma das pontuações dos itens, em que cada resposta é pontuada como 0 ou 1, ou seja, errado ou certo, respectivamente. O autor ressalta que essa métrica tem a desvantagem de ser fortemente influenciada pelas características específicas dos itens que compõem o teste. Isso exemplifica o fato de que dois testes da mesma habilidade podem resultar em distribuições de pontuação com formatos totalmente diferentes. Para solucionar esse problema exposto por Pasquali (2020), Lord (1952) propôs a definição de uma medida de habilidade que permaneça invariável, mesmo que os itens do teste sejam alterados. Apesar da presença de erros de medição, o teórico sugere que é possível, sob certas condições, definir uma métrica para habilidade, em que sua distribuição de frequência no grupo testado permaneça a mesma, ainda que os itens do teste sejam modificados. Além disso, o autor defende que a distribuição de frequência bivariada de pontuação do teste e habilidade seria determinada como uma função das estatísticas usuais dos itens.

O objetivo da pesquisa de Lord (1952) seria o de desenvolver uma teoria de probabilidade de teste para o esclarecimento de várias questões, como, por exemplo, as condições esperadas para as distribuições de instruções de testes com diferentes formatos. O autor questiona se unidades iguais de classificações em testes correspondem, de fato, a unidades iguais de habilidade, tal como definido, e investiga como o erro padrão de medição varia em função do nível de habilidade dos examinados. Dentre as contribuições do autor também destacamos estudos referentes ao poder discriminatório do teste para o exame de diferentes níveis de habilidade e o impacto do acerto ao acaso nas propriedades da pontuação do teste. A teoria de Lord desencadeou uma base para a seleção de itens de teste que alcancem os resultados desejados, levando em conta a dificuldade e a intercorrelação de cada um. A teoria de sucesso

de teste de Lord lançou luz sobre essas e outras questões, verificando a correspondência entre resultados teóricos e observados em dados reais de testes.

Já pesquisa *Modelos probabilísticos para alguns testes de inteligência e desempenho* de Rasch (1960) representa um avanço significativo nos estudos iniciados por Lord (1952) sobre avaliações educacionais e testes padronizados. Enquanto Lord focava na ideia de que o resultado dos testes poderia revelar habilidades invariáveis dos exames, Rasch propôs um modelo probabilístico mais sofisticado para analisar dados de testes de inteligência e desempenho. A proposta de Rasch (1960) apresenta um modelo matemático que demonstra que a probabilidade de um sujeito responder corretamente a um item do teste esta correlacionada a uma logística do nível de habilidade desse sujeito e da dificuldade do item. Esse modelo assume que a habilidade de um examinado e a dificuldade de um item são independentes um do outro, proporcionando uma base mais sólida para a comparação de habilidades dos sujeitos avaliados, independentemente dos itens específicos do teste. Um aspecto crucial a respeito do modelo de Rasch é que ele permite a criação de escalas de medição mais robustas e comparáveis entre diferentes testes. Isso é possível porque as habilidades podem ser comparadas mesmo que os examinandos tenham respondido a conjuntos diferentes de itens. Esse aspecto do modelo de Rasch (1960) amplia os estudos de Lord (1952) que culminam no fornecimento de uma ferramenta mais eficaz para medir e comparar habilidades em diferentes contextos de teste. Sendo assim, a pesquisa de Rasch (1960) representa um marco importante na teoria da medição educacional, oferecendo uma metodologia mais avançada para o entendimento e interpretação de dados de testes de inteligência e desempenho. Além disso, Lord (1980) ajudou a estabelecer e refinar os modelos matemáticos que formam a base da TRI, ao desenvolver o terceiro parâmetro. A inclusão do parâmetro “c” no modelo matemático da TRI foi particularmente importante, pois ofereceu uma maneira mais sofisticada de entender e interpretar os resultados dos testes. No entanto, para Pasquali (2020), a demora para solucionar a independência do instrumento de medida com o objeto estava na complexidade de algoritmos matemáticos que a TRI exigiria, de tal forma que a tecnologia computacional da época era insuficiente para resolvê-lo. Assim, com a evolução da tecnologia da informática, a disponibilidade de softwares cada vez mais sofisticados, a TRI ganha destaque e passa a compor o cenário nas avaliações de larga escala na década de 1990. Portanto, a TRI é uma teoria do traço latente aplicada para verificar a habilidade ou desempenho de um sujeito. Pasquali e Primi (2003) compreendem a teoria do traço latente como

Uma família de modelos matemáticos que relaciona variáveis observáveis (itens de um teste, por exemplo) e traços hipotéticos não-observáveis ou

aptidões, estes responsáveis pelo aparecimento das variáveis observáveis ou, melhor, das respostas ou comportamentos emitidos pelo sujeito que são as variáveis observáveis (Pasquali; Primi, 2003, p. 102).

Com base nesse conceito, é possível estimar a habilidade ou o nível do traço latente de um sujeito se conhecermos as características das variáveis observáveis, ou seja, a resposta dada por esse sujeito em um item, pois essa se torna constante na equação e, portanto, solucionável. Nesse sentido, Soares (2005) apresenta as vantagens de se utilizar a TRI em vez das técnicas clássicas:

A melhor análise de cada item que constitui o instrumento de avaliação (ou medida), considerando suas características estatísticas específicas na produção das escalas, como as que medem a capacidade de discriminar os indivíduos e as dificuldades dos itens; facilita, também, a interpretação da escala produzida e permite conhecer, diretamente, quais itens estão produzindo a informação gerada ao longo do *continuum* de valores, segundo o qual a escala é construída, tipicamente o conjunto dos números reais; além disso, a TRI permite a comparabilidade dos resultados produzidos para grupos de indivíduos diferentes, mesmo quando instrumentos (parcialmente) diferentes são aplicados finalmente, a TRI permite um tratamento natural de casos com dados faltantes. Os critérios habituais exigem que todos os itens sejam preenchidos ou, então, que alguma técnica de preenchimento de dados ausentes seja empregada. No caso da TRI, na estimação da variável latente quando existem dados faltantes empregam-se apenas os itens respondidos (Soares, 2005, p. 84).

Oliveira (2008) destaca duas restrições fundamentais nos modelos da TRI: a unidimensionalidade e a independência local. Para Pasquali (2020), a unidimensionalidade se refere à homogeneidade do conjunto de itens do teste, os quais devem medir um único traço latente, conforme discutido por Lord (1952). Isso significa que presume-se que haja a existência de uma habilidade responsável pelos resultados dos alunos em um conjunto específico de itens, embora outras habilidades possam ser permitidas para completar o teste. Já a independência local pressupõe que as respostas a diferentes itens do teste sejam estatisticamente independentes, considerada uma dada habilidade (Pasquali, 2020). Em outras palavras, assumindo-se constantes como habilidades relevantes para o teste, as respostas dos alunos a cada item são independentes entre si. Embora a unidimensionalidade e a independência local possam ser conceitualmente distintas, Oliveira (2011) aponta que, do ponto de vista estatístico, ambas as hipóteses são tratadas como equivalentes, com a unidimensionalidade implicando a independência local.

Para Carlos (2017), com o advento dessa teoria para a área educacional foi possível estimar: 1) o índice de dificuldade do item pela porcentagem de acerto; 2) o índice de

discriminação do item pelo estudo da variação do percentual de acerto do grupo com maiores chances em acertar habilidades mais complexas em relação ao grupo de estudantes com menor probabilidade de acerto, logo, quanto maior for essa diferença, maior será a discriminação do item; 3) a bisserial do item, que revela o desempenho desse aluno no item em relação ao teste como um todo. Assim, nos casos dos testes educacionais cuja maior parte é constituída por itens dicotômicos, ou seja, que admitem apenas duas opções de resposta, a bisserial é um dado relevante para a interpretação pedagógica, pois revela se os estudantes que acertam os itens são os que demonstram melhor desempenho ao longo do teste. Para atestar a informação do desempenho do estudante ao longo do teste, é realizado um cálculo da correlação ponto-bisserial que revela, em caso de valor negativo, que há possibilidades de haver problemas técnicos ou conceituais no item, visto que os estudantes com melhor desempenho estão erraram esse determinado item.

Diante dessas reconhecidas vantagens, a TRI é um conjunto de modelos matemáticos que busca associar a probabilidade de um indivíduo acertar determinado item aos seus traços latentes em determinada área de conhecimento. Contudo, Carlos (2017) explica que a TRI possui diversos modelos matemáticos para calcular a probabilidade de o estudante acertar o item em um teste, e que a escolha por esse modelo deve levar em consideração a característica dicotômica ou não dicotômica dos itens, a variedade de populações envolvidas e a possibilidade de haver itens que avaliam mais de uma habilidade.

Os itens que avaliam apenas uma habilidade são dicotômicos e, quando aplicados a um único tipo de população, como no caso do Enem, é possível a utilização do modelo logístico unidimensional de três parâmetros (ML3). O modelo matemático ML3 será mais detalhado em relação aos outros modelos por ser o mais utilizado na atualidade (Andrade *et al.* 2000) e por possibilitar a obtenção dos dados utilizados nessa pesquisa. Andrade *et. al.* (2000) definem o modelo matemático ML3 pela seguinte expressão:

$$P(U_{ij} = 1|\theta_j) = c_i + (1 - c_i) \frac{1}{1 + e^{-Da_i(\theta_j - b_i)}}$$

Sendo “i” = 1, 2, 3..., I, e j = 1, 2, 3..., n, em que:

U_{ij} é uma variável dicotômica que assume os valores 1, quando o indivíduo “j” responde corretamente o item “i”, ou 0 quando o indivíduo “j” não responde corretamente ao item “i”.

θ_j representa a habilidade (traço latente) do j-ésimo indivíduo.

$P(U_{ij} = 1|\theta_j)$ é a probabilidade de um indivíduo “j” com habilidade θ_j responder corretamente o item “i”, sendo chamada de Função de Resposta do Item – FRI.

“ a ”_i é o parâmetro de discriminação do item “i”.

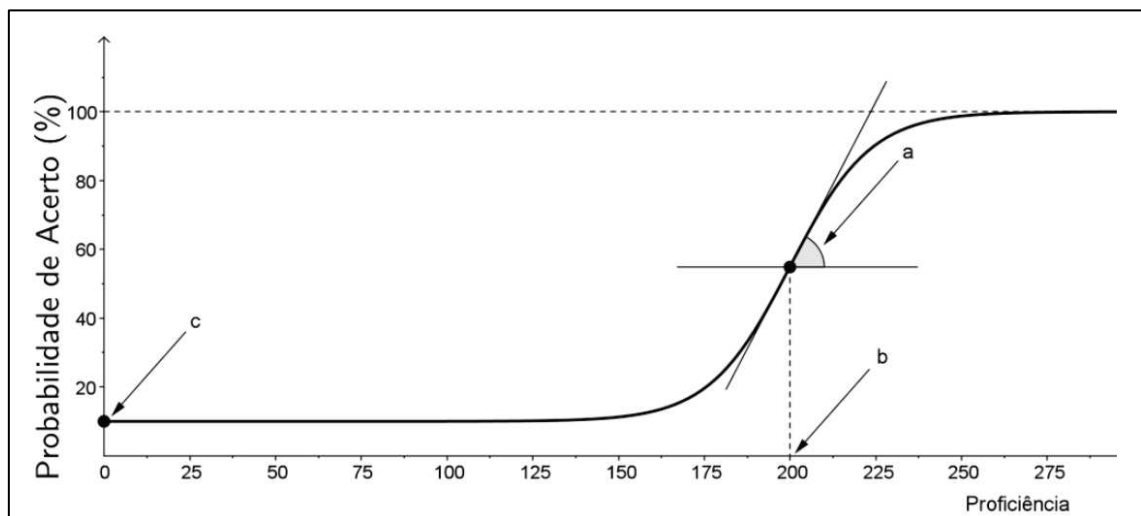
“ b ”_i é o parâmetro de dificuldade (ou de posição) do item “i”, medido na mesma escala da habilidade.

“ c ”_i é o parâmetro do item que representa a probabilidade de indivíduos com baixa habilidade responderem corretamente o item “i” (muitas vezes referido como a probabilidade de acerto casual).

D é um fator de escala, constante e igual a 1. Utiliza-se o valor 1,7 quando deseja-se que a função logística forneça resultados semelhantes ao da função ogiva normal.

Em uma representação gráfica, o funcionamento desse modelo de três parâmetros é representado pela Curva Característica do Item (CCI).

Figura 3 - Elucidação sobre a CCI modelo logístico de três parâmetros



Fonte: Carlos (2016, p. 38).

Através desta curva característica, percebe-se que uma maior discriminação do item correspondente ao parâmetro “ a ”, que está representado por uma curva mais íngreme. Isso implica que um valor mais elevado desse parâmetro aprimora a capacidade do item de diferenciar as chances de acerto entre dois sujeitos com níveis distintos de habilidade. Considere um exemplo teórico: um item de teste de Ciências, focado em Química, que foi desenvolvido para alunos do nono ano do Ensino Fundamental. Para a avaliação desse item, foram designados

três grupos de estudantes, os quais são representados no Gráfico 2 pelas letras A, B, C, D, E e F.

Figura 4 - Situação hipotética para elucidar a discriminação da TRI

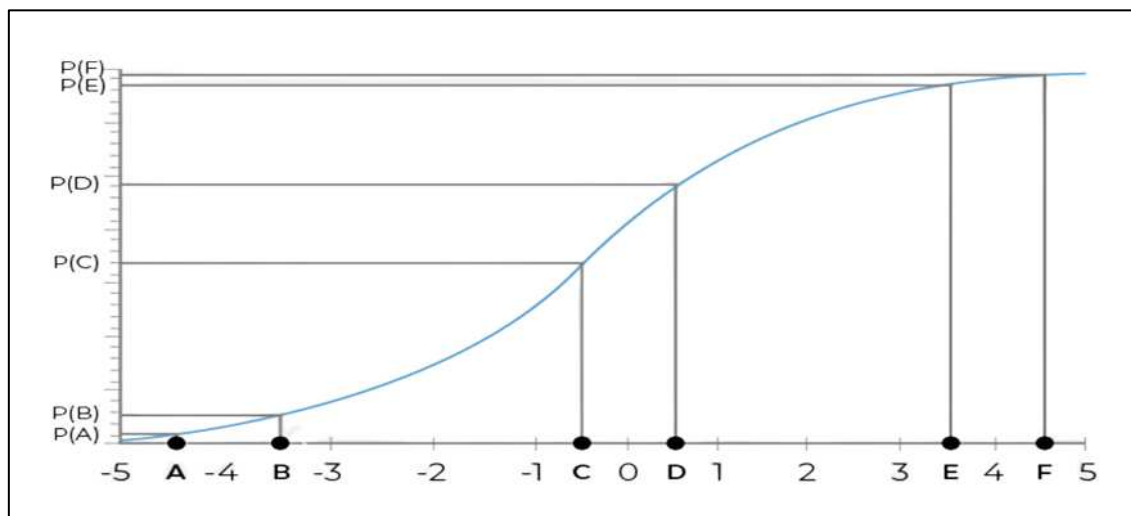


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Para demonstrar a capacidade de diferenciação deste item de teste hipotético, foi elaborada a curva característica do item. Esta curva é uma representação gráfica que demonstra a relação entre a competência de um estudante (θ) e a probabilidade de acerto de uma questão específica.

Na Figura 5, o gráfico demonstra que a competência dos estudantes é distribuída ao longo do eixo X, enquanto a probabilidade de acerto da questão é traçada no eixo Y. A curva mapeia o desempenho de estudantes do quinto e nono anos do Ensino Fundamental e de estudantes universitários de Química ao responderem a um item que testa uma competência de Ciência Química, elaborado para alunos do nono ano. As letras de A a F ao longo do eixo X denotam marcos de competência para estes grupos distintos, com A e B indicando os marcos para estudantes do quinto ano, C e D para os do nono ano e E e F para os universitários. Esses pontos podem refletir a variação dentro de cada grupo, talvez representando extremos ou a distribuição de habilidades como média e variabilidade.

Figura 5 – CCI do caso hipotético



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Uma inspeção cuidadosa do gráfico apresentado na Figura 5 revela características distintas nos níveis de habilidade entre os diferentes grupos estudantis. Para os alunos do quinto ano, representados pelos pontos A e B, a probabilidade de acerto do item é notavelmente baixa. Isso se alinha às expectativas, considerando que o item foi concebido para testar competências do nono ano, as quais os alunos mais jovens, provavelmente, ainda não tiveram acesso.

Os pontos C e D, que correspondem aos alunos do nono ano, mostram um aumento notável na probabilidade de acertar a questão, alinhando-se ao público para o qual o item foi originalmente criado. Observa-se que um estudante no ponto C tem uma chance menor de responder corretamente em comparação a um no ponto D, onde a probabilidade se aproxima ou excede 50%. Esta é uma indicação de que o item está adequadamente ajustado para o nono ano. A pronunciada inclinação entre C e D implica que o item é eficaz em diferenciar os estudantes deste grupo com base em suas habilidades.

Quanto aos estudantes universitários, identificados pelos pontos E e F, a probabilidade de acertarem a questão é alta, independentemente das variações de suas competências Químicas. Isso é refletido na curva que se nivela na parte superior, sugerindo uma menor capacidade do item em distinguir entre estudantes com habilidades muito além daquelas para as quais foi elaborado.

A habilidade de um item em diferenciar entre estudantes que têm ou não a competência esperada é denominada discriminação. No gráfico, isso é representado pela inclinação da curva: uma inclinação mais acentuada indica maior discriminação. A curva menos íngreme nas

extremidades sinaliza que o item não é tão eficaz em discernir entre aqueles com habilidades muito inferiores ou superiores ao nível esperado.

Em resumo, o gráfico apresentado na Figura 5 implica que o item é mais adequado para avaliar competências em Química de alunos do nono ano. Para estudantes universitários, o item não apresenta desafio suficiente, e para alunos do quinto ano, o item é excessivamente difícil. Esta análise é crucial para o desenvolvimento de avaliações educacionais, pois evidencia a capacidade do item de mensurar de forma eficaz as habilidades dos estudantes no nível de ensino a que se destina. Na análise do caso hipotético proposto, o parâmetro “b”, que expressa a dificuldade do item, está diretamente relacionado ao grau de proficiência necessário para que um estudante responda corretamente. Isso implica que um item com um valor “b” mais alto demanda um nível de conhecimento ou habilidade mais avançado por parte do estudante (Andrade *et al.*, 2000, p. 10). Em outras palavras, quanto maior for o parâmetro de dificuldade “b”, mais a curva característica do item se desloca para a direita no gráfico, indicando que apenas estudantes com elevada proficiência têm probabilidade substancial de acertar o item. Este conceito é crucial para a calibração de itens de teste, assegurando que sejam desafiadores o suficiente para medir com precisão o nível de habilidade que se deseja avaliar.

No cenário proposto, o parâmetro “c” desempenha um papel significativo na curva característica do item, pois representa a probabilidade de um estudante com baixa proficiência acertá-lo por acaso (Andrade *et al.*, 2000; Carlos, 2017; Pasquali, 2020). Observa-se no gráfico da Figura 3 que, quando a função começa a subir do eixo das abscissas, ela parte de uma altura que corresponde a uma probabilidade “c” de 10%. Isso implica que mesmo os estudantes com menor conhecimento na área têm uma chance de 1 em 10 de escolher a resposta correta aleatoriamente. Quando o parâmetro “c” é minimizado, isto é, quando a probabilidade de acerto ao acaso é baixa, o item se torna mais informativo. Isso ocorre porque uma resposta correta é, provavelmente, atribuída ao conhecimento ou habilidade do estudante, e não ao acaso. Andrade *et al.* (2000) argumentam que a riqueza de informações extraídas de um item depende da convergência de três fatores: a proximidade entre a proficiência do estudante e o parâmetro de dificuldade “b”, um alto valor de discriminação, e um baixo valor para o parâmetro “c”. A combinação desses fatores resulta em uma medida mais precisa da habilidade que o item se propõe a avaliar, tornando-o particularmente revelador do nível de entendimento do estudante.

Richetti *et al.* (2017), ao analisarem itens de Ciências da Natureza da Avalia BH para a etapa do nono ano, apresentaram como critérios de qualidade para a determinação de itens ruins a condição de que o parâmetro “a” fosse menor que 0,01, o parâmetro “b” maior que 325

e o parâmetro “c” maior que 30%. No entanto, esses critérios não são uma regra, e devem levar em consideração a etapa avaliada, as características e os objetivos da avaliação, como ressaltam Embretson e Reise (2000, p. 2).

Embretson e Reise (2000), destacam que, embora a TRI ofereça um *framework* robusto para a análise de itens de teste, existem limitações específicas na determinação de quais parâmetros são considerados “bons”. Um dos principais desafios referenciados pelos autores foi a subjetividade na definição de um parâmetro “bom”. A adequação de um parâmetro pode variar dependendo do objetivo do teste, da população-alvo e do contexto em que o teste é aplicado. Por exemplo, aquela que é considerada uma boa discriminação em um contexto educacional pode não ser adequada em um contexto clínico. Além disso, a precisão da estimativa de parâmetros pode ser influenciada por vários fatores, incluindo o tamanho da amostra, a qualidade dos dados e a adequação do modelo do TRI utilizado (Embretson; Reise, 2000, p. 5). Os pesquisadores também ressaltaram que a interação entre diferentes parâmetros de um item pode dificultar a interpretação dos resultados, evidenciando que um único parâmetro não deve ser analisado isoladamente. Dentro desta perspectiva, os autores enfatizam dois parâmetros, especificamente – “a” e “c” – da TRI para avaliar a eficácia de um item de teste. Para os autores, o parâmetro “a”, relacionado à discriminação, desempenha um papel crucial na determinação da capacidade de um item em distinguir entre respondentes com diferentes níveis de habilidade.

Andrade *et al.* (2010) discutem que itens com o parâmetro de discriminação “a” negativo são inusitados, pois sugerem que a probabilidade de resposta correta diminui conforme aumenta a habilidade do aluno. Para os autores, os valores baixos de “a” indicam baixa discriminação, o que significa que alunos de diferentes níveis de habilidade têm chances semelhantes de acerto. Já os valores altos de “a” resultam em curvas características íngremes, distinguindo os alunos por grupos baseados em suas habilidades em relação ao parâmetro de dificuldade “b”.

Segundo Baker (2001), a interpretação da discriminação “a” varia conforme o seu valor: nenhuma discriminação, 0,0; discriminação muito baixa, de 0,01 até 0,34; discriminação baixa, de 0,35 até 0,64; discriminação moderada, de 0,65 até 1,34; discriminação alta, de 1,35 até 1,69; discriminação muito alta, maior que 1,70. No contexto do parâmetro “c” da TRI, associado à probabilidade de acerto por adivinhação, Andrade *et al.* (2010) mencionam que os valores de “c” podem variar de 0 a 1,0, sendo considerados ideais os valores até 0,20 para itens com cinco opções, 0,25 para quatro opções e 0,50 para duas opções.

Contudo, Pasquali (2023) enfatiza a importância de uma abordagem holística na avaliação de itens de teste, considerando uma gama de evidências empíricas e teóricas para determinar a qualidade de um item. Para o autor, essa abordagem não inclui apenas análises estatísticas, mas, também, os aspectos pedagógicos sobre a relevância do conteúdo, a clareza da redação dos itens e a justiça na medição de diferentes grupos de entrevistados. Nessa abordagem estratégica de modelagem de testes, Pasquali (2023) explica que a escolha do nível de dificuldade e discriminação dos itens em um teste está intrinsecamente relacionada ao seu propósito específico. Segundo o autor, se o objetivo do teste for selecionar os candidatos mais aptos ou verificar se um determinado nível de conhecimento foi alcançado (como é o caso dos testes baseados em critérios específicos), os itens devem ser calibrados para refletir a dificuldade desse nível de conhecimento alvo ou serem ainda mais desafiadores. Por exemplo, para selecionar os 30% mais preparados, os itens do teste devem ser estruturados de forma que apenas cerca de 30% ou menos dos examinandos tenham a probabilidade de acertá-los.

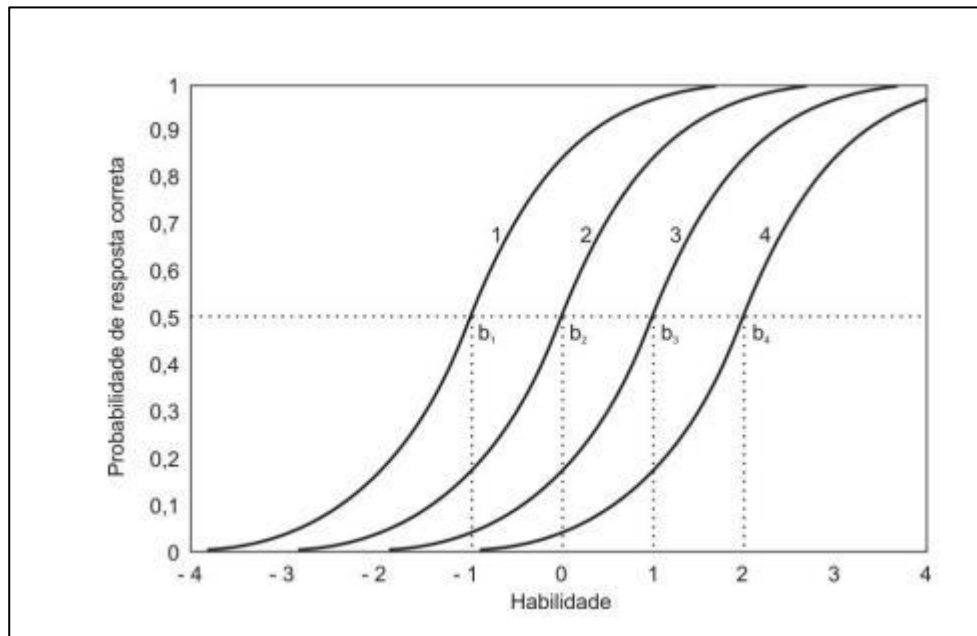
Nesse sentido, é importante ressaltar que a aplicação e a interpretação desses parâmetros podem variar, dependendo do contexto específico do teste, como no caso da divergência de áreas de ensino como Ciências da Natureza e Matemática ou Língua Portuguesa ou da população de entrevistados. Além disso, dado que a TRI é um modelo que analisa vários parâmetros em conjunto, é essencial considerar esses valores em relação a outros aspectos do teste e dos itens para uma avaliação completa e precisa.

Andrade *et al.* (2000, p. 10) ainda esclarece que a proficiência de um estudante, no caso das avaliações educacionais, é definida como uma construção latente que representa a habilidade ou competência de um indivíduo em uma determinada área ou disciplina. Sendo assim, a proficiência é prejudicada pelas respostas dos indivíduos a itens específicos de um teste, o que remete a teoria de Rasch (1960), que afirma que a probabilidade de um indivíduo responder corretamente a um item é uma função de sua proficiência. Assim, a proficiência em Química será uma medida quantitativa estimada com base no padrão de respostas de uma pessoa, refletindo o seu nível de habilidade ou conhecimento em relação ao conteúdo de Química avaliado pelo teste.

A partir da TRI, a elaboração da Curva Característica do Item (CCI) é fundamental para a análise de avaliações como o Enem. Essa curva é um gráfico que ilustra a relação entre a habilidade ou proficiência de um respondente e a probabilidade de ele acertar um item específico do teste. Este relacionamento é representado por uma função matemática que é

monotônica e crescente, conhecida como CCI. A Figura 6, abaixo, exemplifica essa relação, mostrando como a probabilidade de acerto em um item varia conforme a proficiência do aluno.

Figura 6 - Comportamento das CCIs de quatro diferentes itens



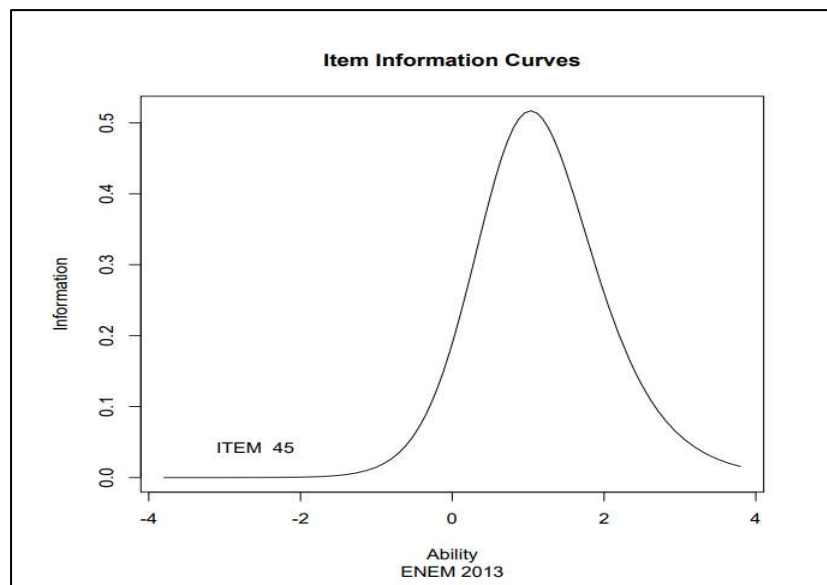
Fonte: Oliveira (2008, p. 14).

Neste exemplo, Oliveira (2008) descreve a representação gráfica da CCI, que ilustra a relação entre a proficiência e a probabilidade de acerto em quatro itens distintos, numerados de 1 a 4. Essa relação é representada por uma curva específica que não segue um padrão linear e possui características distintas. Primeiramente, conforme a proficiência (representada no gráfico como habilidade) aumenta, a probabilidade de acerto também cresce, porém, a taxa de crescimento varia ao longo da curva, sendo mais acentuada no seu ponto central e menos acentuada nos extremos. Adicionalmente, a curva evidencia que a probabilidade de acerto não se duplica proporcionalmente ao dobrar a habilidade. Especificamente nas extremidades direitas das curvas, correspondentes aos níveis mais altos de habilidade, observa-se que as curvas se aproximam de uma probabilidade de acerto de quase 100% e tendem a nivelar, subindo suavemente e quase horizontalmente, o que indica que, nas habilidades superiores, a probabilidade de acerto não aumenta significativamente.

Uma segunda curva de grande importância para interpretações no âmbito pedagógico, principalmente por parte de especialistas em avaliação educacional que modelam os testes, é a Curva de Informação do Item (CII). Esta curva desempenha um papel crucial para a análise e compreensão de como diferentes itens de um teste contribuem para a precisão das medições de

habilidade ou conhecimento (Pasquali, 2023). A CII fornece indicadores sobre a qualidade e eficácia de cada item em termos de fornecer informações úteis sobre o nível de habilidade dos indivíduos avaliados, permitindo, assim, uma avaliação mais acurada e direcionada em contextos educacionais.

Figura 7 - CCI da Questão 78 do Enem de 2013



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

No gráfico da Figura 7, o eixo vertical representa a quantidade de informação fornecida pelo item, enquanto o eixo horizontal exibe a escala de proficiência do estudante, que corresponde à mesma escala do parâmetro “b” do item. A escala adotada tem como média o valor zero e um desvio-padrão de 1, uma convenção padrão na TRI, frequentemente representada pela notação $(0,1)$, conforme esclarece Carlos (2017).

Luckesi (2018) enfatiza que a interpretação da curva gerada pelos dados estatísticos é um recurso crucial para qualquer gestor responsável por uma ação. Estas curvas fornecem uma visualização do resultado progressivo, o que as tornam instrumentos motivadores para a realização de uma análise avaliativa mais aprofundada. Ao entender os padrões e tendências indicados pelos dados, os gestores podem fundamentar suas decisões em evidências concretas, orientando as próximas etapas e instruções.

Além disso, Pasquali (2023) informa que os itens são expressões comportamentais de traços latentes, funcionando como tarefas ou ações empíricas por meio das quais esses traços se revelam. Para elucidar esse caso para o contexto desta tese, utilizaremos a escala de Guttman (1944), também conhecida como escala cumulativa. Essa é uma técnica de escala utilizada em

pesquisas e psicometria para a avaliação de atitudes, comportamentos ou atributos. Por exemplo, para solucionar um problema de aplicação da estequiometria em situações complexas em um teste, faz-se necessária a presença de outros itens que fundamentarão as probabilidades para a percepção de acerto, erro ou “chute” dos respondentes. Consideremos uma escala progressiva de compreensão em estequiometria, começando pelo nível inicial, onde o primeiro item do teste procura verificar a capacidade do aluno de reconhecer e diferenciar massa e volume – duas propriedades essenciais da matéria que fundamentam o estudo da estequiometria. No segundo item, situado no nível básico, o foco é na compreensão do mol como uma unidade central na Química, utilizada para quantificar substâncias. Avançando para o nível intermediário, o terceiro item desafia o aluno a aplicar proporções moleculares, baseando-se em equações Químicas balanceadas. No quarto item, já no nível de proficiência, o aluno deve demonstrar habilidade em converter massas em mol, um procedimento crítico em cálculos estequiométricos. Finalmente, no quinto item, que corresponde ao nível avançado, espera-se que o estudante aplique integralmente seus conhecimentos de estequiometria para resolver questões complexas, como o cálculo do rendimento teórico de uma reação e a identificação do reagente limitante.

O Quadro 3 a seguir é um exemplo de aplicação da escala de Guttman em um contexto de avaliação em Química, considerando 1 para certo e 0 para erro. Ele demonstra como as respostas dos alunos são consistentes com a premissa da escala: se um aluno responde corretamente a um item de maior dificuldade, espera-se que ele também tenha respondido corretamente aos itens de menor dificuldade.

Quadro 3 - Representação da escala de Guttman em um teste com 5 questões de Química

Item (n°)	1	2	3	4	5
Mariana	1	0	0	0	0
Leonardo	1	1	0	0	0
Juliana	1	1	1	0	0
Gustavo	1	1	1	1	0
Rafaela	1	1	1	1	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

O Quadro 3 demonstra uma sequência evidente de competências entre os estudantes, coerente com a premissa da escala de Guttman. Nesta abordagem, estudantes que respondem

corretamente aos itens mais desafiadores são consistentemente capazes de acertar também os itens mais fáceis. Esse padrão é exemplificado pela aluna Rafaela, que acertou o item de maior complexidade (Item 5) e, conseqüentemente, todos os itens anteriores. Esta organização dos resultados reflete a progressão gradual da dificuldade das questões, espelhando o desenvolvimento das habilidades e do entendimento dos alunos em estequiometria. O uso do coeficiente de reprodutibilidade pode auxiliar na avaliação da correspondência entre as respostas dos alunos com a estrutura proposta pela escala. Sendo assim, na Educação, o comportamento – seja verbal ou motor – é o único plano que pode ser operado de forma científica e empírica. É nesse domínio que se busca entender e representar os processos latentes. Para Luckesi (2018), a questão central é como o comportamento dos estudantes reflete a latência desses traços, o que leva à necessidade de definições operacionais. Nesse contexto, a Psicometria aborda a questão, analisando uma série de parâmetros que os comportamentos, tipicamente referidos como itens, devem exibir. Pasquali (2023) ressalta a análise de itens como um componente crucial no âmbito educacional. Segundo o autor, esta investigação pode ser categorizada em dois métodos distintos: um teórico e outro empírico ou estatístico. Na concepção de Pasquali (2023), a análise teórica dos itens do teste deverá ser meticulosamente conduzida por um grupo de professores de conteúdo, especializados em avaliação educacional. Esses profissionais realizam uma avaliação de cada item, empregando uma abordagem pedagógica. Para isso, são consideradas a relevância educacional de cada item, a precisão semântica e a avaliação da eficácia com que cada item reflete o comportamento associado ao atributo latente que se pretende medir (Pasquali, 2023). Este processo assegura que cada aspecto do teste não apenas corresponda aos padrões teóricos, mas também contribua significativamente para uma representação fidedigna e útil das habilidades ou competências que estão sendo avaliadas.

Especificamente, a análise empírica dos itens abrange representações tanto geométricas quanto algébricas, conforme elucidado por Pasquali (2023), indicando a existência de métodos de análise gráfica e algébrica. A análise gráfica baseia-se na TCT ou no score total, oferecendo uma visualização intuitiva e direta dos dados. Por outro lado, a análise algébrica não só incorpora os princípios da TCT, mas também se estende para incluir métodos da TRI. Essa abordagem permite uma compreensão mais aprofundada e detalhada dos itens, considerando aspectos como a probabilidade de acerto, a dificuldade e a discriminação dos itens, o que oferece uma análise matematicamente fundamentada do comportamento dos itens em diferentes

níveis de habilidade dos participantes. Ambas as abordagens, gráfica e algébrica, se complementam para uma compreensão holística dos dados empíricos dos testes.

Conscientes de que testes psicométricos são ferramentas valiosas tanto para identificar alunos com dificuldades de aprendizagem quanto para avaliar habilidades cognitivas – incluindo reconhecimento, aplicação, interpretação, análise e avaliação – e competências acadêmicas específicas de Leitura, Escrita, Matemática e Ciências, buscamos agregar novas perspectivas aos dados obtidos nas avaliações de larga escala. No entanto, os resultados de avaliações dessa natureza para a área de Ciências da Natureza, especialmente de Química, ainda são insuficientes. Por isso, no próximo capítulo, apresentaremos assuntos que permeiam o atual entendimento sobre qualidade do ensino de Ciências no Brasil.

4 ACOMPANHANDO OS RUMOS DA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO BRASIL

Où va l'éducation? é um livro póstumo de Jean Piaget que foi publicado originalmente em francês e traduzido para o português como *Para onde vai a educação?* (1980). Nessa obra, Piaget faz uma reflexão sobre o ensino que nomeia como “das Ciências”, indicando fórmulas para o seu desdobramento no futuro. Piaget (1980) expressa preocupação com o baixo interesse nas carreiras científicas em comparação ao número de oportunidades disponíveis, por isso, sugere que o futuro do ensino das Ciências depende da adoção de uma abordagem interdependente ou interdisciplinar nas escolas. O teórico defende que a fragmentação das disciplinas científicas pode ser mitigada por meio do entendimento das estruturas fundamentais e das ligações entre diferentes áreas do conhecimento. Essa perspectiva requer uma alteração substancial na metodologia de ensino desse campo do saber, apontando para a necessidade da versatilidade dos professores, não somente em suas áreas específicas, mas também em outras disciplinas. Isso é crucial para demonstrar aos alunos as interconexões e a relevância integrada entre os vários campos científicos. O texto discute a necessidade de uma abordagem mais integrada e interdisciplinar no ensino “das Ciências, considerando que há mais de uma e que cada uma de suas partes provocam o entendimento holístico sobre os fenômenos e a interação do ser humano com o ambiente, desde a educação pré-escolar até os níveis mais avançados.

Pozo e Crespo (2009) destacam que há um desafio significativo concernente ao ensino de Ciências: os alunos frequentemente se mantêm alheios ao campo científico e, mesmo quando se engajam, tendem a não absorver plenamente ou valorizar seus conceitos e métodos. Os teóricos observam que essa distância não se deve apenas à falta de interesse, mas também à dificuldade em compreender a complexidade e a aplicabilidade da ciência em contextos variados. A falta de conexão dos alunos com a ciência é agravada por métodos de ensino que não despertam a curiosidade, o questionamento crítico e a apreciação pela natureza investigativa e exploratória desse campo do saber.

Segundo dados da OCDE (2015), em 2012, 29% dos graduados da Coreia do Sul, 28% da Alemanha, 37% da França eram oriundos das Ciências Naturais e Engenharia, ao passo que, no Brasil, esse percentual era apenas de 11%. Segundo Saccaro *et al.* (2019), um dos motivos apontados seria as altas taxas de evasão dos cursos das áreas de Ciência, Matemática e Computação e Engenharia, Produção e Construção. Os autores ainda apontam qu,e entre 2009

e 2014, os cursos de Matemática e os de Engenharias Metalúrgica e Mecânica apresentaram taxas de evasão próximas aos 90% e 60%, respectivamente.

De acordo com o Censo da Educação Superior (Brasil, 2023), entre os quinze maiores cursos de licenciatura, a formação de professor de Química, por exemplo, representa 2,1% do total, mesmo que sejam oferecidas 11623 vagas em instituições públicas. A taxa de ocupação dessas vagas é de 53,6%, enquanto em instituições privadas é de 3% do total de 103.680 vagas. Para Pozo e Crespo (2009), um dos problemas identificados no âmbito do ensino de Ciências seria a abordagem inadequada dos alunos em relação ao trabalho científico, como a passividade, a concepção de experimentos como meras demonstrações, e a visão da ciência como um conhecimento neutro e desvinculado das implicações sociais. Além disso, os autores apontam que o currículo de Ciências é criticado por não apresentar mudanças significativas ao longo dos anos, enquanto a sociedade e as necessidades formativas dos alunos evoluíram, o que cria um desajuste crescente entre o que é ensinado e as demandas dos alunos. A partir dessas conclusões, os autores defendem uma abordagem construtivista no ensino das Ciências, em que o aprendizado não seja visto como uma simples cópia da realidade, mas como um processo de interpretação e reconstrução do conhecimento. Destaca-se, ainda, a importância das novas demandas educacionais na sociedade da informação e do conhecimento, já que a escola não é a única fonte de conhecimento e os alunos são expostos a uma infinidade de informações. Isso leva a uma sociedade de conhecimento múltiplo e descentralizado, onde a ciência perde seu caráter de certeza absoluta e passa a ser permeada por incertezas. Nesse sentido, o ensino das Ciências precisa se adaptar a essas mudanças, enfatizando a necessidade de contínuo aprendizado e a capacidade dos alunos de transformar, reelaborar e reconstruir os conhecimentos que recebem (Pozo; Cespo, 2009). Por fim, os pesquisadores argumentam que a educação científica deve evoluir em seus objetivos, conteúdos e métodos, adaptando-se às mudanças sociais e às novas realidades do mercado de trabalho.

Atualmente, a Educação em Ciências no Brasil passa por diversas transformações e desafios. Embora as ideias de Piaget (1980), fossem pioneiras, a aplicação prática desses conceitos só foi efetivada com a BNCC em 2018. Pozo e Crespo, em 2009, já discutiam sobre formas de implementar essas teorias no sistema educacional, mas foi apenas com a BNCC que as habilidades e competências esperadas dos estudantes em cada etapa foram integradas formalmente ao currículo escolar brasileiro.

De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), Lei nº 9.394/1996, a BNCC é um instrumento criado para orientar a produção dos currículos e de

propostas pedagógicas dos sistemas e redes de ensino das unidades federativas. Para isso, a BNCC elenca conhecimentos, competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes ao longo da escolaridade básica. O caráter normativo do documento define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais para diferentes áreas do conhecimento, entre elas, a Ciência da Natureza. A BNCC, consoante às proposições de Piaget (1980), pauta-se na integração e na interdisciplinaridade das Ciências. Além disso, o documento reconhece que essas disciplinas desempenham um papel fundamental na resolução de problemas globais, na tomada de decisões informadas e no desenvolvimento sustentável. Assim, ao longo do Ensino Fundamental, a área das Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico desde os anos iniciais, de forma gradual e progressiva (Brasil, 2018). Isso significa que os estudantes devem ser expostos a conceitos científicos e práticas investigativas, além de serem incentivados a mobilizá-los em diferentes situações, de acordo com seu nível de desenvolvimento cognitivo.

Antes de aprofundarmos nesse assunto, vale destacar que o uso da expressão “letramento científico” não é consenso entre os estudiosos que se dedicam à pesquisa sobre o ensino de Ciências no Brasil. Para Sasseron e Carvalho (2011), a expressão “*scientific literacy*” foi traduzida para a Língua Portuguesa como “letramento científico”, enquanto que para o Inglês, Francês e Espanhol é denominada como alfabetização científica. Essa divergência terminológica tem levado a interpretações distintas do conceito.

Na BNCC, o letramento científico é entendido como uma competência fundamental que os estudantes devem desenvolver ao longo de sua trajetória escolar, pois envolve “a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico) e de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências” (Brasil, 2018, p. 321). Nessa perspectiva, o letramento científico não se limita à aprendizagem de fatos e teorias científicas, mas envolve a compreensão dos processos e métodos científicos, bem como a capacidade de aplicação do pensamento crítico e a investigação para o entendimento e a resolução de problemas relacionados à ciência. Nessa linha de raciocínio, as competências específicas definidas para a área de CNT na BNCC corroboram o compromisso com o letramento científico na perspectiva da formação integral do estudante, focada no “processo investigativo”. Mas para isso,

[...] é imprescindível que eles [os alunos] sejam progressivamente estimulados e apoiados no planejamento e na realização cooperativa de atividades investigativas. [...] pressupõe organizar as situações de aprendizagem partindo de questões que sejam desafiadoras e, reconhecendo a diversidade cultural,

estimulem o interesse e a curiosidade científica dos alunos e possibilitem definir problemas, levantar, analisar e representar resultados; comunicar conclusões e propor intervenções. [...] o processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica (BNCC, 2018, p. 322).

A seguir, o Quadro 4 apresenta um recorte da BNCC, indicando alguns pressupostos para o ensino de Ciências:

Quadro 4 - Pressupostos da área de Ciências da Natureza em articulação com as competências gerais da Educação Básica

Definição de problemas	• Observar o mundo a sua volta e fazer perguntas; • Analisar demandas, delinear problemas e planejar investigações; • Propor hipóteses.
Levantamento, análise e representação	• Planejar e realizar atividades de campo (experimentos, observações, leituras, visitas, ambientes virtuais etc.); • Avaliar informação (validade, coerência e adequação ao problema formulado); • Elaborar explicações e/ou modelos.

(continua)

(continuação)

Comunicação	• Organizar e/ou extrapolar conclusões. Definição de problemas Levantamento, análise e representação; • Relatar informações de forma oral, escrita ou multimodal; • Apresentar, de forma sistemática, dados e resultados de investigações.
Intervenção	• Implementar soluções e avaliar sua eficácia para resolver problemas cotidianos; • Desenvolver ações de intervenção para melhorar a qualidade de vida individual, coletiva e socioambiental.

Fonte: BNCC (2018, p. 323).

A partir desses pressupostos, a BNCC desdobra a área de Ciências em uma série de competências específicas, visando preparar os estudantes não apenas para serem consumidores de conhecimento científico, mas, também, para se tornarem cidadãos críticos e informados, capazes de participar ativamente na sociedade e contribuir para o avanço das Ciências e da tecnologia. É fundamental reconhecer os avanços no ensino de Ciências até o momento, mas é essencial, também, compreender o caminho percorrido para que as mudanças sejam efetivas. Isso nos leva a questionar o que foi feito pelos órgãos competentes ao longo dos anos, para que possamos chegar a conclusões sobre o que oferecer atualmente e no futuro. Por esse motivo, seção a seguir abordará a importância do monitoramento do desempenho dos estudantes da Educação Básica no campo das Ciências para a melhoria da qualidade do ensino. Serão discutidos os principais desafios para a implementação de avaliações de larga escala em Ciências no Brasil, bem como as possíveis estratégias para superá-los.

4.1 A QUALIDADE DO ENSINO E O MONITORAMENTO DO DESEMPENHO DOS ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO BÁSICA EM CIÊNCIAS NO BRASIL

O Plano Nacional da Educação (PNE), estabelecido pela Lei n. 13.005 de 2014, é uma iniciativa crucial na política educacional brasileira, emergindo como um desdobramento da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Este plano se destaca por suas dez diretrizes fundamentais e pela definição e coordenação da estrutura educacional no Brasil em uma escala ampla e integrada. Entre o período de 2014 a 2024, o PNE foi concebido a partir de uma abordagem operacional específica, articulada por meio de 20 metas e 254 estratégias detalhadas. Estas metas e estratégias são abrangentes, contemplando todos os níveis de ensino, desde a Educação Infantil até o Ensino Superior, incluindo, também, a Educação Profissional e Tecnológica. Um dos aspectos mais notáveis do PNE é o seu compromisso com o aumento e a eficiência dos investimentos públicos em educação (Saviani, 2018). Isso inclui não apenas a alocação de recursos financeiros, mas, também, a implementação de práticas que garantem a otimização desses investimentos. Além disso, o plano enfatiza a importância do atendimento educacional especializado, buscando garantir que os estudantes com necessidades especiais recebam os recursos necessários para o seu desenvolvimento integral (Saviani, 2018).

Outro pilar do PNE, a Educação Integral visa uma formação holística dos alunos, indo além do ensino acadêmico tradicional e abrangendo dimensões físicas, emocionais e sociais. O plano também destaca a gestão democrática como um princípio essencial, promovendo a

participação ativa de diversos setores da sociedade na tomada de decisões relacionadas à educação (Saviani, 2018). A integração desses elementos forma uma estratégia holística que visa melhorar tanto a qualidade quanto a acessibilidade da educação em todo o Brasil. Essa abordagem reflete uma dedicação ao avanço da educação, um aspecto crítico para o crescimento socioeconômico do país. No entanto, a simples definição de metas e estratégias não é suficiente. É imperativo que haja um acompanhamento efetivo dos resultados alcançados, além da identificação de eventuais deficiências no sistema. Neste contexto, Moraes *et al.* (2023) destacam a importância de seu monitoramento:

o monitoramento do PNE inaugurou uma nova dinâmica interna de trabalho, na qual os pesquisadores foram instados a reunir suas competências técnicas e formações interdisciplinares para explorar o campo das metas estabelecido pelo PNE, extrapolando os marcos literais do texto, identificando lacunas, indicando avanços, problematizando desafios e apontando novas dimensões para reflexão e análise, de modo a subsidiar o planejamento, a gestão, o monitoramento e a avaliação das políticas educacionais (Moraes *et al.*, 2023, p.7 - 8).

A análise e o reconhecimento das deficiências no sistema educacional são essenciais e se alinham perfeitamente ao objetivo central desta tese, especialmente no que diz respeito à Meta 7 do Plano Nacional da Educação. Esta meta específica se concentra em promover a qualidade da Educação Básica no Brasil, com o objetivo de alcançar ou superar as médias nacionais projetadas para o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb). Notavelmente, a Meta 7 se distingue por ter o maior número de estratégias propostas – um total de 36 – demonstrando seu papel vital e abrangente no plano. Para garantir um acompanhamento eficaz e mensurar os progressos realizados, a Meta 7 propõe o uso de ferramentas de avaliação robustas como o Saeb e o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa). Estas ferramentas são fundamentais para o monitoramento e a avaliação do desempenho dos estudantes, fornecendo dados cruciais para a análise dos resultados alcançados durante o período estipulado pelo PNE.

Este enfoque em avaliações padronizadas e reconhecidas internacionalmente permite não apenas um acompanhamento detalhado do progresso da Educação Básica no Brasil, mas, também, facilita comparações globais e a identificação de práticas eficazes. Assim, a Meta 7 não apenas estabelece objetivos claros e mensuráveis, mas, também, fornece mecanismos concretos para avaliar o sucesso e identificar áreas que necessitam de melhorias contínuas no sistema educacional brasileiro.

O Saeb e o Pisa são avaliações educacionais de grande escala realizadas no Brasil, que incluem a área de Ciências. No entanto, a avaliação contínua e abrangente nesta área específica enfrenta limitações. As avaliações em Ciências da Natureza não são realizadas de maneira contínua e, quando implementadas, muitas vezes assumem um formato amostral. Isso foi evidenciado nas últimas edições do Saeb, nas quais as ênfases foram predominantemente dadas à Língua Portuguesa e à Matemática, relegando a Ciências da Natureza um papel periférico.

Neste cenário, Garcia *et al.* (2019) salientam que

No Brasil, as consequências das ALEs [avaliações de larga escala], entre outras questões, têm induzido os alunos a acreditarem que as disciplinas mais importantes na escola são as de português e matemática, percepção que é reforçada pelos professores, pelas escolas e secretarias de educação. De algum modo, essa situação explica por que a disciplina de ciências tem sido considerada de segunda classe (Garcia *et al.*, 2019, p. 4 - 5).

Os autores argumentam que os investimentos concentrados principalmente em Língua Portuguesa e Matemática têm implicações consideráveis para o ensino de Ciências, influenciando também o interesse (ou a falta dele) por parte dos alunos. Diante desta realidade, torna-se relevante expandir o escopo dessa discussão, que justifica-se, especialmente, pela Meta 7 do PNE, que, na sua estratégia 7.7, compromete-se a

aprimorar continuamente os instrumentos de avaliação da qualidade do ensino fundamental e médio, de forma a englobar o ensino de ciências nos exames aplicados nos anos finais do ensino fundamental, e incorporar o Enem, assegurada a sua universalização, ao sistema de avaliação da educação básica, bem como apoiar o uso dos resultados das avaliações nacionais pelas escolas e redes de ensino para a melhoria de seus processos e práticas pedagógicas (Brasil, 2014).

Nesse sentido, a estratégia 7.7 enfatiza a necessidade de incluir o ensino de Ciências nas avaliações realizadas nos Anos Finais do Ensino Fundamental e Médio e, além disso, incorporar os resultados do Enem para apoiar os processos e práticas pedagógicas na Educação Básica. Este enfoque é crucial para a garantia de um equilíbrio na educação e para promover um interesse mais amplo e diversificado entre os estudantes. A inclusão do Ensino de Ciências da Natureza (CN) nas avaliações educacionais é crucial, pois, através disso, podemos promover reflexões e discussões sobre temas ambientais fundamentais. Dentre essas temáticas, estão impactos estão a pandemia de COVID-19 causada pelo vírus SARS-CoV-2, o intensificado aquecimento global, as crises climáticas que resultam em chuvas torrenciais e períodos de seca extrema, e a problemática da distribuição desigual de alimentos, a qual nos referimos na

introdução dessa tese quando problematizamos a questão da análise dos resultados das avaliações de Ciências a partir de uma perspectiva de “números pelos números”. Esses desafios representam uma ameaça direta não só para a sobrevivência de inúmeras espécies, incluindo a humana, mas, também, para a viabilidade futura do planeta Terra. A educação em Ciências, portanto, é um passo fundamental para equipar as gerações futuras com o conhecimento e as habilidades necessárias para enfrentar e mitigar essas questões ambientais críticas.

Nesse mesmo direcionamento, a BNCC aponta que uma das competências gerais da Educação Básica é

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (Brasil, 2018, p. 9).

Em tempo, a estratégia 7.7 não é a única que evidencia o objetivo da melhoria da qualidade do ensino de Ciências no Brasil. Há, ainda, outras estratégias que são intrinsecamente ligadas e dependentes da eficácia da estratégia 7.7, como, por exemplo, a estratégia 7.3 que propõe o desenvolvimento de indicadores de avaliação institucional, levando em conta as particularidades do ensino de Ciências. Esses indicadores seriam baseados no perfil dos alunos e no corpo docente e administrativo das instituições de ensino. Além disso, a estratégia 7.11 aborda o desempenho dos estudantes no Pisa em competências como letramento matemático, científico e habilidades de leitura. Ambas as estratégias são fundamentais para complementar e reforçar os esforços empreendidos pela estratégia 7.7, formando um quadro mais abrangente e efetivo para a elevação do padrão do ensino de Ciências no país. Sendo assim, a Meta 7 do PNE está voltada para o fomento da qualidade da EB em todas as etapas e modalidades. O termo “qualidade”, quando aplicado ao contexto educacional, é polissêmico, e podemos dizer que há uma relação de forças entre os seus diferentes sentidos. No entanto, está claro que a concepção que embasa as propostas do plano tem foco no desenvolvimento de programas de avaliação em larga escala e na institucionalização de indicadores educacionais.

Os programas de avaliação em larga escala são projetados com o objetivo de gerar dados que auxiliam na promoção de melhorias no fluxo escolar e na qualidade da aprendizagem (Belloni, 1999, p.3). Esses dados coletados são comparados às médias e metas estabelecidas pelo Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), servindo como um meio para aprimorar a qualidade da educação. A Tabela 1, referente a esse contexto, exhibe as médias

nacionais projetadas para o Ideb no período de 2015 a 2021, oferecendo uma visão quantitativa do desempenho esperado e alcançado na Educação Básica durante esses anos.

Tabela 1 - Médias nacionais projetadas para o Índice de desenvolvimento da Educação Básica

Média Ideb	2015	2017	2019	2021
Anos Iniciais do Ensino Fundamental	5,2	5,5	5,7	6,0
Anos Finais do Ensino Fundamental	4,7	5,0	5,2	5,5
Ensino Médio	4,3	4,7	5,0	5,2

Fonte: Brasil (2014).

Nesse âmbito, o "Ideb real", que representa o resultado efetivo de cada escola, é calculado com base em informações sobre taxas de aprovação escolar, adquiridas através do Censo Escolar, e nas médias de desempenho obtidas pelo Saeb Além do Ideb, outro instrumento crucial para o monitoramento do cumprimento da Meta 7 é o desempenho dos estudantes da Educação Básica no Pisa. O Pisa é considerado uma avaliação de referência internacional. Para o período de vigência do PNE, de 2014 a 2024, as médias recomendadas para o Brasil, que abrangem os anos de 2015 a 2021, são apresentadas na Tabela 2. Este conjunto de dados oferece uma visão comparativa e contextualizada do progresso educacional do Brasil em um cenário global.

Tabela 2 - Médias nacionais projetadas para Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa)

Pisa	2015	2018	2022
Média dos resultados em matemática, leitura e ciências	438	455	473

Fonte: Brasil (2014).

O alcance das médias estipuladas nas Tabelas 1 e 2 será mais viável com a efetiva implementação da estratégia 7.7. De forma geral, ela representa um passo significativo para o monitoramento e asseguarção da qualidade e da equidade no ensino de Ciências no Brasil. A adoção desta estratégia é, portanto, fundamental para atingir os objetivos estabelecidos, tanto no âmbito do Ideb quanto no contexto das avaliações do Pisa.

Para aprofundar a discussão acerca da qualidade do ensino de Ciências, é essencial explorar a área de CNT sob três aspectos principais: 1) A formação dos professores de Ciências no Brasil, a partir da análise da preparação e do desenvolvimento profissional desses educadores; e 2) A descontinuidade no monitoramento do desempenho dos alunos da Educação Básica em Ciências através das avaliações nacionais, abordando as lacunas na avaliação contínua e consistente nesta área. Estes dois pontos são fundamentais para uma compreensão abrangente e crítica das dinâmicas atuais e dos desafios enfrentados no ensino de Ciências no Brasil.

4.1.1 Contextualizando a formação de professores de Ciências no Brasil

A Lei nº 5.692/71 marcou um ponto de virada na educação científica no Brasil. Com a sua implementação, o ensino das Ciências Naturais, que já fazia parte do currículo do chamado 1º grau (atual Ensino Fundamental), foi estendido ao 2º grau (atual Ensino Médio), abrangendo as disciplinas de Biologia, Física e Química. Contudo, esse ensino era dominado por uma ideologia acadêmica e internacional, caracterizada por uma abordagem tecnicista, voltada, principalmente, para atender às necessidades da produção industrial. Este modelo de ensino priorizava o aspecto técnico e prático da ciência, em detrimento de uma formação voltada para o desenvolvimento integral do estudante e a formação de cidadãos críticos e conscientes. Além disso, esse modelo acadêmico e tecnicista pouco contribuía para a formação adequada de licenciados em Ciências, que seriam os responsáveis pela educação e desenvolvimento cívico dos alunos. Como consequência, a área de Ciências Naturais enfrentava, constantemente, o desafio de formar professores em número suficiente e com a qualificação necessária para atender às demandas educacionais. Esta situação, como apontada por Martins (2005), reflete as complexidades e as lacunas na formação de educadores em Ciências no Brasil, evidenciando a necessidade de uma revisão e melhoria contínua nos métodos e na abordagem pedagógica dessa área crucial do conhecimento.

A escassez de professores qualificados para atender às necessidades das escolas brasileiras levou o Conselho Federal de Educação (CFE) a adotar medidas paliativas, como a implementação da Portaria nº 432 em 1971. Esta portaria estabeleceu dois tipos de cursos de complementação pedagógica para professores. O Esquema I foi direcionado para profissionais com formação de nível superior, que necessitavam completar sua formação com 600 horas adicionais. Já o Esquema II foi destinado a profissionais de nível médio. Contrariando as expectativas iniciais do governo de que essas seriam soluções temporárias, os cursos de

complementação pedagógica continuaram funcionando por um período extenso. Essa continuidade ressalta o persistente desafio de formar professores adequadamente para o ensino de Ciências no Brasil. Consequentemente, o CFE manteve e até incentivou a criação de cursos de curta duração em todo o país, conforme relatado por Costa *et al.* (2015) e Lima e Leite (2018). Essa abordagem, embora tenha contribuído para mitigar a carência imediata de professores, também levantou questões sobre a profundidade e a qualidade da formação pedagógica recebida por esses profissionais, especialmente em face das exigências e da complexidade do ensino de Ciências (Júnior; Vidal, 2021). A dependência de cursos de curta duração reflete as lacunas sistêmicas na formação docente no Brasil e destaca a necessidade de uma estratégia mais sustentável e de longo prazo para a capacitação de educadores em Ciências.

Mazzetto e Carneiro (2002) argumentam que os Esquemas I e II implementados pelo Conselho Federal de Educação resultaram em um processo de formação de professores, especialmente nas áreas de Biologia, Física e Química, que era apressado e superficial. Segundo os autores, essa metodologia de formação docente era caracterizada por sua falta de profundidade e reflexão crítica, evidenciando uma abordagem governamental que se mostrava improvisada e carente de uma regulamentação adequada. Para Júnior e Vidal (2021), a pressa em formar professores nestas áreas críticas, sem um planejamento e estrutura adequados, destacou as deficiências na política educacional da época, evidenciando uma falta de consideração pelas complexidades e exigências do ensino de Ciências. Entretanto, essa foi uma medida importante, tendo em vista o que afirma Fadigas (2019) sobre os tempos de abundância de desregulamentação curricular que facilitaram o recrutamento de professores leigos na docência por terem formação superior em outras áreas que não a docência. Esse fato está em desacordo com o desenvolvimento profissional dos professores, pois sustenta o princípio de que qualquer profissional é capaz de ensinar (Fadigas, 2019), principalmente em áreas do conhecimento em que há escassez de professores, como é o caso das Ciências Biológicas, Física e Química.

Diante do cenário exposto, iniciou-se na década de 1980 um movimento nas universidades marcado por debates e pesquisas em torno da necessidade de construção de uma identidade dos cursos de licenciatura plena em Biologia, Física e Química (Krasilchik, 2000), com o objetivo de promover uma formação mais abrangente e significativa para os futuros professores e romper com o modelo tecnicista que predominava anteriormente. Também nessa década, cresce no Brasil o movimento pela Ciência, Tecnologia e a Sociedade (CTS), forte nos Estados Unidos nas décadas de 1960 e 1970, com viés de conectar a ciência com a sociedade e

a tecnologia, enfatizando a importância da compreensão sobre como a ciência é influenciada por questões sociais, culturais e éticas, e que, por sua vez, impacta a sociedade e a tomada de decisões, o que auxiliou a corroborar a importância do seu ensino nas escolas.

Posteriormente, o ensino de Ciências no Brasil ganhou um impulso significativo com a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), em 1996. Uma das transformações mais marcantes introduzidas por essa legislação, através do Decreto nº 3.276/99, foi a valorização da formação de professores, que incentivava a criação de cursos de licenciatura plena em várias áreas do conhecimento, incluindo Biologia, Física e Química. Essa medida teve como consequência a extinção das licenciaturas curtas, marcando um avanço na qualidade e profundidade da formação docente. A LDB reconheceu os professores como elementos essenciais para a qualidade da educação e, com isso, promoveu iniciativas para aprimorar a formação desses profissionais. Além disso, a lei proporcionou a base legal para o desenvolvimento de políticas de incentivo à formação docente. Programas como bolsas de estudo e incentivos financeiros foram implementados para atrair estudantes para a carreira de professor, especialmente em áreas onde havia escassez de profissionais qualificados. Referências importantes neste contexto incluem trabalhos de autores como Gatti (2009), que discute as implicações da LDB na formação docente, e Libâneo (2002), que analisa as mudanças no cenário educacional brasileiro após a implementação da LDB.

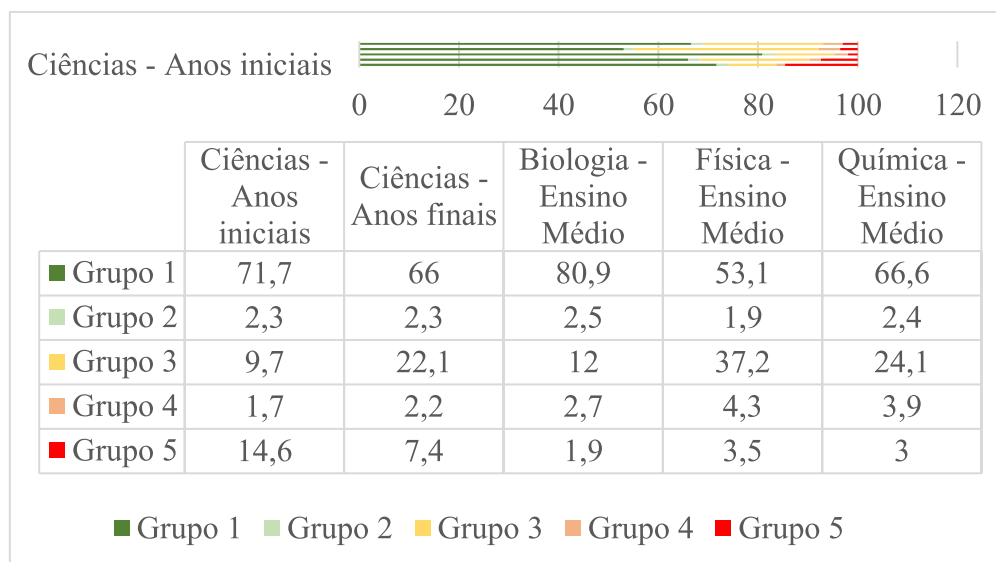
Para Gatti (2009), a LDB reforçou a necessidade de formação em nível superior para os professores, especialmente para aqueles que atuam nos anos finais do Ensino Fundamental e no Ensino Médio. Isso representou um avanço significativo em relação aos padrões anteriores, em que, por muitas vezes, a formação dos professores era realizada em níveis inferiores. A autora ainda reforça que houve uma mudança no modelo de licenciatura, eliminando os cursos de licenciatura curta e promovendo cursos de licenciatura plena. Gatti (2009) enfatiza que essa mudança visou garantir uma formação mais completa e aprofundada para os futuros professores. Sendo assim, a lei enfatizou a necessidade de uma formação sólida e contínua para os professores, o que foi essencial para a melhoria da qualidade do ensino (Libâneo, 2002). Nesse sentido, Gatti (2009) também observa que a LDB enfatizou a necessidade de formação continuada para professores, reconhecendo que a educação é um campo em constante evolução e que os profissionais da educação precisam se atualizar continuamente. Por fim, para a autora, a LDB incentiva os professores a se envolverem com a pesquisa, tanto para aprimorar suas próprias práticas quanto para contribuir para o avanço do conhecimento na área da Educação. Essas mudanças introduzidas pela LDB, como destacado por Gatti (2009), foram fundamentais

para elevar o padrão da formação docente no Brasil, contribuindo para uma melhoria na qualidade da educação oferecida nas escolas brasileiras.

Libâneo (2002) reconhece que a LDB introduziu maior flexibilidade aos currículos escolares, permitindo que as escolas adaptassem seus programas de ensino às realidades e necessidades locais. O autor ainda destaca a forma com que essa mudança possibilitou uma abordagem mais contextualizada e significativa do ensino. Outro ponto destacado por Libâneo (2002) é o incentivo à avaliação institucional, tanto para escolas quanto para professores e alunos. A LDB introduziu sistemas de avaliação como instrumentos para aferir a qualidade do ensino e identificar áreas que necessitavam de melhorias.

Essas análises destacam a maneira pela qual a legislação revolucionou a formação docente no Brasil, dando ênfase a uma metodologia mais abrangente e holística. Abordagens como essa são essenciais para elevar o padrão geral do ensino, abarcando, também, o ensino de Ciências. A legislação trouxe uma perspectiva que integra não apenas o conhecimento teórico, mas, também, as competências práticas e pedagógicas, fundamentais para a eficácia do ensino em todas as áreas, incluindo as Ciências Naturais. Com o estímulo ao aumento de cursos de licenciatura plena, houve um crescimento significativo na oferta de vagas e na procura por esses cursos, o que, por sua vez, impactou nos cursos de licenciatura curta (Esquemas I e II). Essa tendência de evasão nos cursos de licenciatura curta pode ser explicada por alguns fatores: 1) percepção da qualidade da formação; 2) atratividade do diploma mais valorizado no mercado; 3) exigências do mercado em relação à obtenção da graduação em licenciatura plena para ocupar os cargos e prestar concursos; e 4) foco na qualidade da formação docente. No entanto, dados do Censo Escolar (2022) apontam que, entre os docentes que atuam no Ensino Médio, 96,1% têm nível superior completo (91,6% em grau acadêmico de licenciatura e 4,5%, bacharelado) e 3,9% possuem formação de nível médio ou inferior. Para a área de CN, os indicadores de qualificação de professores ainda representam um cenário alarmante. A Figura 8 a seguir classifica a formação docente em cinco grupos, sendo eles: 1) Docentes que possuem licenciatura (ou bacharelado com complementação pedagógica) na mesma disciplina que leciona; 2) Bacharelado na disciplina correspondente, mas sem licenciatura ou complementação pedagógica; 3) Licenciatura (ou bacharelado com complementação pedagógica) em disciplina diferente daquela que leciona; 4) Docente com formação superior não considerada nas categorias anteriores; 5) Docente sem formação superior.

Figura 8 - Indicador de adequação da formação docente da área Ciências da Natureza - Brasil
2021



Fonte: Apresentação Censo Escolar 2022⁷, Inep (adaptado).

Em 2013, a média de adequação docente no Brasil para o Grupo 1 em Física, Química e Biologia foi de 39%, 56% e 74%, respectivamente. No que se refere à formação de docente em Biologia, os estados Mato Grosso do Sul e Paraná tiveram o melhor resultado (92%), enquanto os estados da Bahia e do Espírito Santo, os menores (23% e 16%, respectivamente). Já em relação aos docentes formados em Química, o Distrito Federal foi o que apresentou o melhor resultado (87%) e a Bahia, o menor (14%). Por fim, para a disciplina de Física, o melhor resultado também foi do Distrito Federal (77%), ficando a Bahia e Pernambuco com a menor percentagem (16%). Nas três disciplinas, os estados do Sudeste e do Sul tiveram os melhores desempenhos, a maioria acima da média, enquanto o Norte, Nordeste e Centro-Oeste tiveram estados com menor pontuação em termos de adequação dos professores.

Em 2021, não houve diferença significativa no desempenho relativo entre as regiões. Por exemplo, na disciplina de Química, o estado da Bahia continua com a menor taxa de adaptação de professores, embora tenha caído de uma taxa de 14 % em 2013 para uma taxa de 26 % em 2021. Os principais crescimentos foram os do Espírito Santo e de Rondônia, que tiveram crescimento entre 2013 e 2021 de 467,1% em Biologia e 155,1 % em Física, respectivamente. Além disso, observou-se que os estados do Paraná, Rio Grande do Norte e

⁷Disponível em:

https://download.inep.gov.br/censo_escolar/resultados/2022/apresentacao_coletiva.pdf. Acesso em: 05 maio 2025.

Alagoas conseguiram alcançar patamares mais elevados, tornando-se os estados com melhor adequação de professores formados em Biologia (95%), Física (88%) e Química (92%), respectivamente.

A BNCC de 2018 salienta a realidade do Brasil como uma nação marcada por uma rica diversidade cultural e por desigualdades sociais significativas. Diante disso, enfatiza-se a necessidade de as redes e sistemas de ensino implementarem estratégias pedagógicas que priorizem a equidade educacional ao desenvolverem seus currículos. Isso implica considerar as necessidades, potenciais e interesses de todos os alunos, respeitando e incorporando suas identidades linguísticas, étnicas e culturais. Esse enfoque busca assegurar que o ensino seja inclusivo e acessível a todos, refletindo e valorizando a diversidade presente na sociedade brasileira. Nesse sentido, a qualidade da formação inicial e continuada de professores carece do desenvolvimento de habilidades para além do conteúdo. Tais habilidades estão previstas nas tendências do ensino de Ciências para o atendimento das atuais demandas da educação, como: 1) Abordagens interdisciplinares, integrando conceitos e conhecimentos de diferentes áreas científicas para melhorar a compreensão dos fenômenos naturais e suas implicações na sociedade (Augusto *et al.*, 2004; Marques *et al.*, 2020); 2) Educação Ambiental por meio da conscientização sobre questões ambientais e a sustentabilidade para formar cidadãos conscientes de sua responsabilidade em relação ao meio ambiente (Dias; Salgado, 2023); 3) Tecnologias na Educação, cada vez mais presentes no ensino de Ciências, proporcionando novas formas de aprendizagem e engajamento dos estudantes (Cachapuz *et al.*, 2008; De Archanjo Junior; Gehlen, 2020); 4) Aprendizagem Baseada em Problemas direcionada a estimular os alunos a resolver problemas do mundo real, promovendo o pensamento crítico e a resolução de desafios científicos (Da Silva Malheiro; Diniz, 2008); 5) Inclusão e Diversidade, para tornar o ensino de Ciências mais inclusivo e acessível a todos os estudantes, independentemente de suas deficiências, origens sociais, étnicas ou de gênero (Carvalho, 2017; Pinheiro, 2019; Alves-Brito; Alho, 2022).

Ainda no âmbito da capacitação dos professores, Gatti (2010) expressa sérias preocupações sobre a formação de professores de Ciências Biológicas e Matemática. Apesar de não ter avaliado a licenciatura em Química, ela qualifica o currículo desses cursos de formação como sendo fragmentado e marcado por uma dispersão disciplinar significativa, o que indica uma falta de coesão e integração, o que leva a uma compreensão limitada das avaliações educacionais e de seu papel no contexto mais amplo da Educação. A predominância das abordagens teóricas em detrimento das práticas, nos currículos é outra questão levantada,

sugerindo que a aplicação prática das teorias em avaliações educacionais externas pode ser insuficiente. Esse desequilíbrio pode resultar em professores mal preparados para as complexidades das avaliações externas no ambiente real da sala de aula.

Gatti (2010) observa também que aproximadamente 30% do currículo é dedicado especificamente à formação profissional, com o restante focado em outras áreas. Mesmo nas disciplinas de formação profissional, há uma prevalência de referenciais teóricos sobre a prática educacional, o que pode limitar a eficácia dos professores em aplicar esses conhecimentos em avaliações educacionais externas. Além disso, os conteúdos específicos das disciplinas a serem ensinadas na Educação Básica são abordados de maneira genérica ou superficial na maioria dos cursos, resultando em uma prática docente deficitária e uma lacuna na preparação dos professores para a compreensão e implementação de avaliações educacionais externas. Por fim, a autora destaca que a formação de professores, conforme apresentada nas ementas dos cursos, parece abstrata e desvinculada do contexto real das escolas. Isso sugere que os professores podem não estar adequadamente preparados para aplicar o conhecimento teórico às situações práticas de avaliação que enfrentarão ao longo de suas carreiras.

A esse respeito, Silva *et al.* (2005), analisaram diversos aspectos dos professores de Química, incluindo sua formação, experiência, estratégias de ensino, e a motivação e participação dos alunos em suas aulas. Os resultados revelaram que os estilos de ensino entre os professores privilegiavam estratégias didáticas tradicionais, ou seja, voltadas para o conteúdo, apesar de haver certa criatividade empregada nas aulas. A pesquisa de Silva *et al.* (2005) destacou a importância de se aprimorar a relação de ensino e aprendizagem baseada no diálogo e na interação entre a prática docente e o impacto das abordagens de ensino, sobretudo, cognitivas, na aprendizagem dos alunos. Outro estudo relevante foi o de Melo (2012), que investigou o perfil dos docentes de Química em Juiz de Fora (MG) sob diversos aspectos, como a formação inicial, continuada e suas práticas profissionais. O estudo é baseado em questionários e foi respondido por trinta e cinco professores de Química, sendo seis deles entrevistados para maior análise. Essa pesquisa destacou o excesso de carga horária enfrentada por esses professores, influenciando na qualidade de seus trabalhos.

Este excesso de carga horária limita o tempo disponível dos professores para atualizar seus conhecimentos por meio de pesquisas no campo do Ensino de Química, afetando suas capacidades de se manterem informados sobre avanços na área (MELO, 2012). Segundo dados da pesquisa, cerca de 46% dos professores lecionavam mais de 18 aulas por semana, e aproximadamente 9% ministravam mais de 41 aulas semanalmente, o que indica uma

sobrecarga significativa. Essa carga horária excessiva, muitas vezes decorrente de baixos níveis de treinamento, pode prejudicar a dedicação dos professores à profissão e, conseqüentemente, a qualidade do ensino (Melo, 2012). Branco *et al.* (2018), a respeito dessa temática, observam a necessidade de reformular as políticas educacionais, com foco na qualidade de trabalho docente, destacando o tempo de atuação na sala de aula e a necessidade de melhorias na infraestrutura e recursos para as escolas. O artigo sugere que a valorização do ensino de ciências e a melhoria na formação dos professores são essenciais para superar os desafios atuais e promover um ensino que realmente contribua para o desenvolvimento do pensamento científico e crítico entre os estudantes.

Esses dados fornecem informações relevantes sobre o cenário educacional da área de Ciências no Brasil ao longo do tempo e agregam, significativamente, à discussão sobre qualidade desse ensino. Nesse sentido, direcionam a formulação de novas políticas voltadas para a formação de profissionais nesse campo. No entanto, a relevância dessas informações seria ainda maior se o acompanhamento do desempenho dos alunos da Educação Básica em Ciências tivesse sido realizado de maneira contínua e sistemática.

4.1.2 A descontinuidade de monitoramento do desempenho dos alunos da Educação Básica em Ciências pelas avaliações nacionais

As avaliações de larga escala que envolvem conceitos de Ciências, no Brasil, apresentam poucas edições de aplicações de testes, produzindo, portanto, menos informações em comparação às disciplinas de Língua Portuguesa e Matemática. Isso não significa que a área de Ciências nunca tenha sido alvo de avaliações dessa natureza, mas a frequência e continuidade não se mantêm constantes quando analisamos um período de maior duração (Medeiros *et al.*, 2017). Um exemplo disso é a forma como a área de Ciências tem sido tratada no Saeb. A avaliação em Ciências esteve presente em alguns dos ciclos iniciais do Saeb (Brasil, 1992, 1995, 1999). Em 2001, o Saeb passou por uma nova reestruturação, e o foco dessas avaliações se direcionava para a busca de diagnósticos das áreas de Linguagens e Matemática e essa estrutura durou até a décima primeira edição do Saeb. Em 2013, a avaliação de larga escala na área de Ciências da Natureza foi retomada em um formato experimental, com foco em estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental. A avaliação, porém, não gerou devolutivas para as equipes pedagógicas e comunidade escolar, o que impediu a elaboração de ações para a melhoria do ensino e da aprendizagem de Ciências.

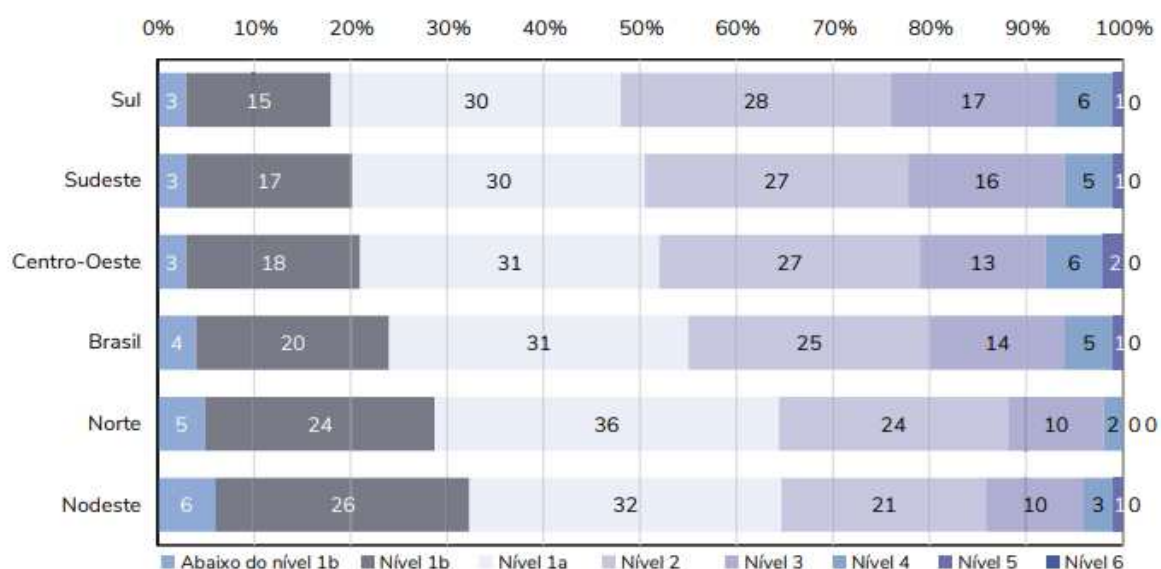
Nas edições de 2015 e 2017, as avaliações de Ciências da Natureza voltam a ser descartadas no sistema de avaliação da Educação Básica. Em 2018, o Inep anuncia a volta das avaliações de Ciências para a edição de 2019, com o mesmo formato de 2013, ou seja, amostral. Essa volta pode ter sido influenciada pelo Artigo 23 das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), Resolução 3 de 2018, no qual consta que os sistemas de ensino devem utilizar os resultados do Saeb como subsídio para avaliar, rever e propor políticas públicas para a Educação Básica. Porém, é inviável propor políticas públicas para a melhoria do ensino de Ciências da Natureza com base em resultados de uma avaliação amostral. Outra possível justificativa para essa retomada pode ter sido motivada pela meta 7.7 do PNE (2014-2024), que visa a contínua melhoria dos instrumentos de avaliação no Ensino Fundamental e Médio. Esse plano estabelece o compromisso de incluir o ensino de Ciências nos exames dos Anos Finais do Ensino Fundamental e integrar o Enem ao sistema de avaliação da Educação Básica, garantindo sua universalização. Além disso, prevê o apoio ao uso dos resultados das avaliações nacionais por escolas e redes de ensino, visando aprimorar seus processos e práticas pedagógicas (Brasil, 2014). Adicionalmente, a implementação da BNCC em 2018, que detalha claramente os objetivos do ensino de Ciências, responde a uma lacuna previamente apontada por Gatti (2007). A autora criticava a ausência de referenciais nacionais bem estabelecidos para os conteúdos escolares, o que impedia a definição precisa de critérios avaliativos. Segundo ela, essa lacuna levava os professores a escolherem conteúdos de maneira discutível, culminando em disparidades na qualidade do ensino.

A respeito da qualidade do ensino e da aprendizagem de CN, ou seja, das disciplinas Biologia, Física e em especial, a disciplina de Química, faz-se necessário recrutar outros processos avaliativos realizados paralelamente ao Saeb, para que os gestores, docentes, familiares e estudantes possam tornar a pensar nos documentos (currículo, projeto político pedagógico, etc.) e estratégias elaboradas nas escolas brasileiras. Na busca por identificar o conhecimento sobre a Química no Brasil, alguns estados brasileiros realizam as próprias avaliações utilizando escalas de proficiência individuais. Entre os projetos com avaliação estadual em Química já consolidados, há o Programa de Avaliação da Educação Básica do Espírito Santo (Paebes), o Sistema de Avaliação do Desempenho Educacional do Amazonas (Sadeam), o Saresp, o Spaece e o Simave. De acordo com os sites de divulgação de cada um desses projetos, os estados realizam devolutivas pedagógicas para a equipe escolar com comentários sobre instrumentos avaliativos separados por habilidade. Esse recurso facilita a

criação de estratégias de formação docente e auxilia no diagnóstico das principais necessidades de cada escola, criando, assim, uma memória do próprio estado.

Para além das avaliações nacionais, é possível mencionar também as internacionais, como o Pisa. Em 2015, o foco dessa avaliação foi o conhecimento em Ciências, mais especificamente, o letramento científico. O relatório preparado pela equipe do Pisa no Brasil (2015) apresenta o letramento científico como a habilidade de envolvimento do estudante com questões relacionadas à ciência de forma reflexiva (Inep, 2020). Para isso, o programa organiza a avaliação em Ciências por meio de três competências, sendo elas: 1) Explicar fenômenos cientificamente; 2) Avaliar e planejar experimentos científicos; e 3) Interpretar dados e evidências cientificamente. Essas três competências explicitam a visão de que o conhecimento científico se constitui por três elementos distintos: o conhecimento de conteúdo, o procedimental e o epistemológico. O relatório de 2018 sobre o letramento científico dos estudantes brasileiros informa que as diferenças regionais são evidentes ao avaliá-los por nível de proficiência, como observado na Figura 9.

Figura 9 - Percentual de estudantes por nível de proficiência das regiões do Brasil em Ciências no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa) 2018



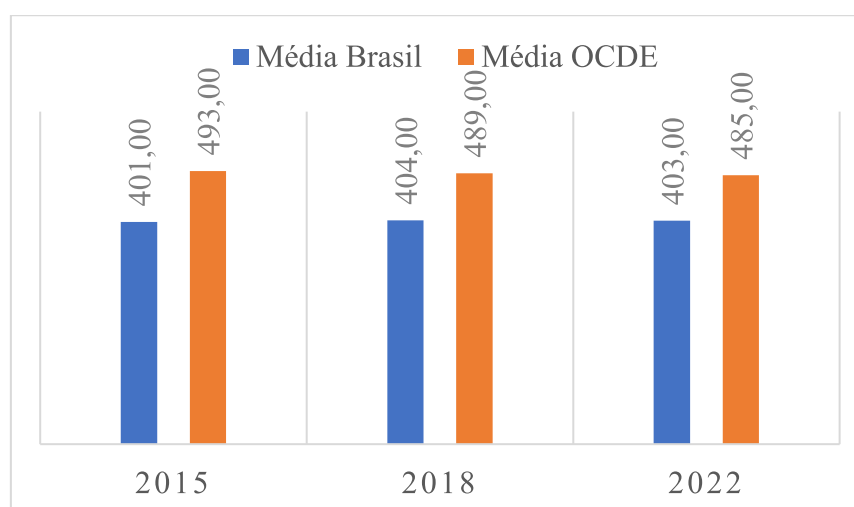
Fonte: Elaborado pela Diretoria de Avaliação da Educação Básica (Daeb)/Inep, com base em dados da OCDE.

O gráfico representado na Figura 9 apresenta uma visão percentual da distribuição de níveis de competência numa avaliação educacional, categorizados desde “Abaixo do nível 1b” até o “Nível 6”, em várias regiões brasileiras. Estes níveis parecem medir a competência, com

o “Nível 6”, indicando a mais alta e “Abaixo do nível 1b” a mais baixa proficiência. A nível nacional, a maior parte dos estudantes se encontra no “Nível 2”, havendo uma tendência de diminuição tanto para os níveis mais altos quanto para os mais baixos. Regionalmente, a disparidade torna-se evidente: o Nordeste apresenta a maior proporção de alunos no patamar “Abaixo do nível 1b”, e o Sul destaca-se com o maior percentual no “Nível 6”, sinalizando variações marcantes na proficiência educacional pelo país. As regiões Sul e Sudeste sobressaem com percentuais elevados nos níveis “5” e “6”, apontando para uma concentração de estudantes de alta performance. Por outro lado, o Norte e o Nordeste têm as maiores proporções nos níveis inferiores, indicando possíveis desafios no âmbito educacional em Ciências.

Já a Figura 10, apresenta um comparativo dos resultados divulgados pelo Inep a respeito do Pisa de 2015 e 2018, referente à proficiência média de alunos brasileiros em letramento científico, relacionada a média da OCDE.

Figura 10 - Desempenho dos estudantes brasileiros em Ciências no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa)



Fonte: Elaborado pelo autor (2024) a partir de resultados Pisa 2015, 2018 e 2022, Inep⁸.

A Figura 10 evidencia que o Brasil mantém um desempenho abaixo da média dos países participantes do Pisa, com resultados que mostram pouca variação ao longo dos anos. De acordo com o relatório do Inep de 2023, referente à edição do Pisa de 2022, o Brasil alcançou uma média de 403 pontos em Ciências. Este resultado é inferior às médias alcançadas por nações vizinhas como o Chile (444 pontos), o Uruguai (435 pontos) e a Colômbia (411 pontos). No

⁸ Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/pisa/resultados>. Acesso em: 05 maio 2025.

contexto da América do Sul, o Brasil ocupa a última posição, empatado com a Argentina e o Peru.

A análise do desempenho dos estudantes brasileiros revela que 55% deles obtiveram um desempenho considerado baixo em Ciências (abaixo do Nível 2), enquanto apenas 1% alcançou um desempenho alto (Nível 5 ou superior). Em contraste, nos países membros da OCDE, a taxa de baixo desempenho em Ciências é de 24%, e a taxa de alto desempenho é de 7%. Estes dados refletem a necessidade de aprimoramento contínuo no sistema educacional brasileiro, particularmente no ensino de Ciências. As avaliações do Pisa são relevantes por refletirem os resultados da estratégia 7.11, conforme direcionado pelo atual Plano Nacional de Educação (PNE). É importante ressaltar que a proficiência dos estudantes brasileiros nesses testes mostra-se imóvel. Essa constatação é apoiada pelo relatório de 2018 da Daeb do Inep, que indica uma estagnação no desempenho médio dos estudantes brasileiros em Ciências desde a avaliação de 2009.

Portanto, as avaliações nacionais e internacionais podem contribuir para a produção de um conjunto de informações a respeito da qualidade do ensino e da aprendizagem de Ciências, como afirma Medeiros *et al.* (2017), ao compreenderem todos esses esforços em um valioso acervo. Porém, devido à pouca tradição que a área de Ciências tem nas avaliações, de forma geral, ou mesmo devido ao desconhecimento de tais ações, as informações geradas têm sido pouco exploradas por pesquisadores, professores e gestores educacionais.

No entanto, após a implementação da BNCC em 2018, é possível notar um aumento na demanda por avaliações em Ciências por parte dos estados e municípios. Com base no histórico de escassez de avaliações para a área de Ciências, e retomando o trabalho de Gatti (2009) sobre a chegada tardia da discussão sobre avaliações de larga escala no campo educacional, cabe, aqui a ênfase na necessidade de se haver formação especializada para os professores das áreas de Biologia, Física e Química, para que essas avaliações possam, de fato, contribuir para o ensino e para a aprendizagem. Diante desse cenário, o próximo capítulo lança um olhar para o monitoramento do desempenho em Ciências dos estudantes da Educação Básica no Brasil. Dentre essas avaliações, destaca-se o Enem como uma avaliação capaz de fomentar discussões a respeito dos conceitos químicos e das habilidades que requerem do estudante o seu desenvolvimento cognitivo na área de CNT.

5 UM OLHAR PARA O ENEM COMO UMA POTENCIAL AVALIAÇÃO DE DIAGNÓSTICO PARA A ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

[...] a meu ver, o novo Enem deve ser sustentado seja como recurso de avaliação do Ensino Médio no país (política e administrativamente, necessitamos de uma avaliação do sistema de ensino), seja como recurso de seleção (um modo único de selecionar para o Ensino Superior em todo o país, o que também obrigará que as escolas dos diversos rincões desta nossa terra investir qualidade do ensino, orientadas pelos novos currículos = matrizes do Enem). Essa dinâmica, com certeza, trará significativos desdobramentos pedagógicos para o Ensino Médio (Luckesi, 2012)

A afirmação de Luckesi sobre a mudança do Enem no ano de 2009 reflete uma visão esperançosa e transformadora em relação à avaliação educacional no Brasil. O autor julga que o “novo” Enem se trata de uma ferramenta duplamente valiosa: primeiramente, por ser um meio de avaliação do Ensino Médio, ao fornecer uma perspectiva abrangente sobre a qualidade e eficácia do sistema educacional no país; e, em segundo lugar, por se tratar de um instrumento unificado de seleção para o Ensino Superior. Publicada em 2012, a fala de Luckesi destaca ainda que a implementação do novo Enem teria o potencial de impulsionar mudanças significativas nas práticas pedagógicas no Ensino Médio, especialmente em termos de qualidade e padronização. Ele sugere que a adoção de um sistema de avaliação consistente e abrangente traria incentivos para que as escolas de diferentes regiões do Brasil invistam na melhoria da qualidade do ensino, alinhando-se com os currículos e matrizes propostos pelo exame. Isso não apenas eleva os padrões educacionais, mas, também, promove a equidade, garantindo que estudantes de todo o país tenham acesso a uma educação de qualidade e oportunidades iguais na seleção para o Ensino Superior. A visão de Luckesi é otimista e sugere que o Enem pode ser um catalisador para reformas educacionais mais amplas, influenciando positivamente o ensino, a aprendizagem e as políticas educacionais. Ele entende que tais mudanças podem levar a melhorias pedagógicas significativas no Ensino Médio, o que é fundamental para o desenvolvimento educacional e social do país.

Retomando a questão central desta pesquisa, inicialmente apresentada na Introdução, que focaliza a investigação nas contribuições do Enem para as percepções e práticas dos professores de Química – particularmente em relação à qualidade e abordagem do Ensino de CN para alunos do último ano do Ensino Médio – este capítulo é motivado pela fala Luckesi destacada em epígrafe. Dessa forma, propomos uma análise detalhada sobre o Enem, abordando

o contexto que levou à sua reformulação em 2009, os documentos orientadores dessa avaliação e as formas com as quais as pesquisas e estudos sobre CNT têm evoluído a partir do Enem. Essa avaliação tem um papel crucial, especialmente no que tange à análise e interpretação dos resultados dos estudantes por educadores e pesquisadores, moldando assim as práticas pedagógicas e o entendimento acadêmico nesse campo.

5.1 ENEM: EVOLUÇÃO, DESAFIOS E IMPACTOS NA EDUCAÇÃO BRASILEIRA E EM CIÊNCIAS DA NATUREZA

Criado em 1998, o Enem é um instrumento instituído com o objetivo de verificar o desempenho dos egressos do Ensino Médio. Dessa forma, essa se torna a avaliação de referência nacional para a disciplina Química. Na primeira edição do Enem, o site do Inep⁹ registrou 157.221 inscrições e contou com 115.575 participantes no dia 20 de agosto de 1998. Entre os inscritos, 53% tinha 18 anos de idade ou menos, e 9% vinha de escolas públicas. Embora o uso das notas do Enem fosse válido apenas para duas instituições de Educação Superior, as provas foram aplicadas somente em 184 municípios brasileiros. Paralelamente a isso, as reformas educacionais no Brasil, especialmente entre 1995 e 2002, impulsionaram mudanças significativas no Ensino Médio, culminando em uma outra reformulação em 2009. Essa última visava investigar a baixa qualidade do ensino e torná-lo mais atraente para os alunos, tendo em vista os altos índices de abandono e reprovação escolar, conforme destacado por Ferretti (2018). A importância de não apenas facilitar o acesso ao Ensino Médio, mas de, também, manter os estudantes engajados para que garantissem a conclusão de seus estudos foi enfatizada por Pakenas e Filho (2017), como uma estratégia crítica para combater a evasão escolar. Essa decisão ocorreu, pois, anteriormente, a continuação dos estudos no Ensino Médio era uma opção deixada ao critério do aluno.

Em resposta a esses desafios, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBN), instituída em 1996 e alterada pela emenda constitucional nº 59/2009, estabeleceu a obrigatoriedade do Ensino Médio. A implementação dessa medida foi feita de forma gradativa, visando atingir todos os adolescentes de 15 a 17 anos no Brasil até 2016. Impulsionados a engajar o estudante na continuidade dos estudos, em 2008, quando a avaliação completou uma década de criação, o Inep e o Ministério da Educação (MEC) anunciaram que o Enem se tornaria

⁹ Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/Enem/historico>. Acesso em: 5 nov. 2023.

o processo nacional de seleção para ingresso na Educação Superior e certificação do Ensino Médio. Assim, as instituições de Ensino Superior poderiam decidir em aderir ou não ao uso desse resultado como meio de entrada nas universidades. Nesse mesmo ano, mais de 70% dos 4.018.050 inscritos fizeram o Enem, e a aplicação ocorreu em 1.437 municípios no dia 30 de agosto.

Em 2009, o cenário educacional brasileiro foi marcado por um movimento significativo de reforma curricular no Ensino Médio, iniciado com a implementação do Programa Ensino Médio Inovador (EMI) pela Portaria nº 971, de 9 de outubro de 2009. Essa reforma visava tornar o currículo mais flexível e atrativo para os alunos, e buscava, ainda, estimular propostas curriculares inovadoras nas escolas estaduais de ensino não profissionalizante, com ênfase na expansão da carga horária para 3.000 horas. Dessa carga horária, 20% seria destinada para atividades práticas e disciplinas eletivas. Essas mudanças no Ensino Médio refletiram diretamente no Enem, que teve de se adaptar para avaliar um currículo mais diversificado e focado em habilidades e competências. E nesse contexto educacional que se propôs a realizar a reforma do Enem em 2009.

Maceno (2012) identifica três motivos principais para as mudanças na estrutura do Enem em 2009: primeiro, a maior congruência do Exame com as Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM) de 1998, com as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação de Jovens e Adultos (DCNEJA) de 2000 e com as orientações do ENCCEJA; segundo, a aderência aos currículos implementados nas escolas; e terceiro, a necessidade de definição clara dos conteúdos do Ensino Médio. Além disso, a nova abordagem curricular para o Ensino Médio enfatizou a formação integral do aluno, com menos ênfase em conteúdos memorizáveis e maior foco em habilidades práticas e competências. Isso exigiu que o Enem também se adaptasse para avaliar essas novas competências, indo além da simples memorização de conteúdos. Sendo assim, a reforma do Enem em 2009 introduziu uma matriz de referência que categorizou conhecimentos, competências e habilidades. Essa mudança refletiu na nova abordagem do Ensino Médio, avaliando o aluno em diversas áreas de conhecimento de uma maneira mais holística e integrada. A matriz passou a considerar não apenas o conhecimento específico das disciplinas, mas, também, habilidades como interpretação de texto, raciocínio lógico, e capacidade de resolver problemas.

No entanto, enquanto o Enem passava por transformações significativas, marcando uma era de mudanças na avaliação do Ensino Médio no Brasil, paralelamente, a reforma do Ensino Médio Inovador, também lançada em 2009, buscava revolucionar a abordagem curricular.

Porém, essa reforma enfrentou vários desafios práticos, o que impediu que alcançasse completamente suas metas. A iniciativa pretendia criar um ambiente de aprendizado mais dinâmico e interdisciplinar, mas encontrou obstáculos na implementação, como a falta de recursos e a resistência a mudanças nas práticas educacionais (Moehlecke, 2012).

Para a área de CNT, a matriz de referência apresenta oito competências, sendo elas:

- 1- Compreender as ciências naturais e as tecnologias a elas associadas como construções humanas, percebendo seus papéis nos processos de produção e no desenvolvimento econômico e social da humanidade;
- 2- Identificar a presença e aplicar as tecnologias associadas às ciências naturais em diferentes contextos;
- 3- Associar intervenções que resultam em degradação ou conservação ambiental a processos produtivos e sociais e a instrumentos ou ações científico-tecnológicos;
- 4- Compreender interações entre organismos e ambiente, em particular aquelas relacionadas à saúde humana, relacionando conhecimentos científicos, aspectos culturais e características individuais;
- 5- Entender métodos e procedimentos próprios das ciências naturais e aplicá-los em diferentes contextos;
- 6- Apropriar-se de conhecimentos da física para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico tecnológicas;
- 7- Apropriar-se de conhecimentos da Química para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico tecnológicas;
- 8- Apropriar-se de conhecimentos da biologia para, em situações problema, interpretar, avaliar ou planejar intervenções científico tecnológicas (Brasil, 2009, [p.8-10]).

O documento referido enumera trinta habilidades distintas, abrangendo a possibilidade de avaliação de conceitos de Química tanto de forma isolada quanto em conjunto com os de Biologia e/ou Física. Silveira *et al.* (2015), em uma análise crítica sobre o Enem, argumentam que essa avaliação prenunciava a integração curricular por áreas de conhecimento no Ensino Médio do Brasil, um princípio fundamental para as reformas educacionais posteriores. Eles exemplificam citando as disciplinas de Física, Biologia e Química, que, no Enem, foram agrupadas sob a categoria Ciências da Natureza, indicando uma orientação para a integração curricular.

O Enem, portanto, é um programa de avaliação que expõe o educando a habilidades que dialogam com diversos fenômenos (cotidianos, industriais e da natureza), que exploram o domínio da linguagem científica e das situações-problemas (Costa-Beber; Maldaner, 2015). Além disso, a reformulação da matriz do Enem em 2009 foi orientada para ir além da simples memorização, enfocando uma avaliação mais profunda da compreensão dos conceitos em Ciências da Natureza. Essa abordagem inclui avaliar o pensamento crítico dos alunos

concluintes do Ensino Médio e a habilidade de aplicação do conhecimento científico de maneira prática, demonstrando uma compreensão mais abrangente e integrada dos conteúdos.

Além das questões curriculares, a metodologia utilizada no tratamento dos resultados do Enem representa um importante avanço nas avaliações educacionais em larga escala no Brasil. A adoção da TRI para estimar a proficiência dos estudantes que concluem o Ensino Médio é um aspecto notável dessa evolução. Essa abordagem permite uma avaliação mais precisa e diferenciada do desempenho dos estudantes, tornando o Enem um instrumento valioso para os professores, servindo como um referencial para aferir a eficácia do ensino e a compreensão dos alunos sobre os conteúdos abordados.

Conforme apresentado no Capítulo 3, a introdução da TRI foi uma mudança significativa na forma como o Enem é pontuado. Diferente de um sistema de pontuação tradicional baseado apenas na quantidade de respostas corretas, a TRI leva em consideração a dificuldade de cada questão e a consistência das respostas do estudante. Esse método permite uma avaliação mais precisa do nível de conhecimento e habilidade do aluno. Isso está alinhado à abordagem por competências e habilidades, pois permite uma avaliação mais diferenciada e personalizada do desempenho do aluno. Essa abordagem se alinha com as tendências globais em educação e busca preparar os estudantes para os desafios do século XXI. No entanto, essas mudanças também trouxeram desafios, como a necessidade de preparar professores e alunos para um novo modelo de ensino e avaliação.

No ano de 2013, o Enem passa a ser a porta de ingresso em todas as instituições de Educação Superior públicas do país. A nota do Exame poderia ser aproveitada para a concessão de bolsas de estudos do programa Ciências sem Fronteiras¹⁰ e passou a ser divulgada por escola com estratificação nos níveis socioeconômicos. Houve aplicação em 1.661 municípios nos dias 26 e 27 de outubro. Nos anos de 2016, 2017 e 2018, os inscritos passaram de seis milhões. Para Werle (2011), esse instrumento extrapola o objetivo de avaliar as aprendizagens dos concluintes do Ensino Médio quando subsidia o ingresso dos estudantes na Educação Superior pública, substituindo, em muitos casos, a prática do vestibular como forma de seleção para o ingresso no Ensino Superior.

¹⁰ Ciência sem Fronteiras é um programa que busca promover a consolidação, expansão e internacionalização da ciência e tecnologia, da inovação e da competitividade brasileira por meio do intercâmbio e da mobilidade internacional. A iniciativa é fruto de esforço conjunto dos Ministérios da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e do Ministério da Educação (MEC), por meio de suas respectivas instituições de fomento – CNPq e Capes –, e Secretarias de Ensino Superior e de Ensino Tecnológico do MEC. Disponível em: <http://www.cienciasemfronteiras.gov.br/web/csf/o-programa>. Acesso em: 20 ago. 2024.

No entanto, é relevante considerar os dados do Censo Escolar em 2022. O Ensino Médio no Brasil experimentou um aumento notável nas matrículas, alcançando 7,9 milhões – um crescimento de 1,2% em comparação a 2021 e um incremento significativo de 5,4% desde 2019. Desses dados, a rede estadual se destaca com a maior parcela de alunos, representando 84,2% desse total, com 6,6 milhões de estudantes, enquanto a rede federal contribui com 232 mil alunos, ou seja, 3% do total. A rede privada, por sua vez, atende cerca de 971,5 mil estudantes, o que corresponde a 12,3% do total de matrículas. Quanto à distribuição dos turnos e à localização das escolas, o Censo Escolar apresentado em 2022 afirma que 81,9% dos alunos estudaram durante o dia e 18,1% no período noturno. Além disso, a grande maioria, 94,8%, frequenta escolas urbanas e 43,8% das escolas de Ensino Médio possuem mais de 500 estudantes. De acordo com a base de dados do Inep, a média de alunos egressos do Ensino Médio que se inscrevem no Enem no período de 2014 a 2022¹¹ foi de 1.220.035. Esta estatística revela que cerca de 15,51% dos alunos formados no Ensino Médio se inscrevem para o exame, evidenciando uma diferença significativa entre os que concluíram essa fase educacional e os que já concluíram esta etapa há mais tempo. Entretanto, é relevante recorrer aos dados do Enem para compreender o panorama do ensino e da aprendizagem de Ciências no Brasil, pois a amostra de estudantes nessa etapa está na casa de milhão de estudantes. Outro aspecto a ser considerado é que o Enem tem sido o teste que mais apresenta constância em avaliar a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias ao longo dos anos.

Apesar do uso desse programa para atender as demandas sociais, vale esclarecer a dubiedade do Enem para o uso seletivo e diagnóstico. Para Luckesi (2018), o uso seletivo dos resultados é uma modalidade que apresenta como ponto de partida a classificação dos participantes investigados. Assim, parte-se do pressuposto que um determinado grupo de participantes estará acima de um ponto de corte (selecionados) e outros abaixo (excluídos). Sendo assim, a análise qualitativa desse resultado, dependerá dos sujeitos avaliados e dos critérios estabelecidos pelo gestor da ação. Já o uso diagnóstico dos resultados está a serviço da observação de um processo contínuo, da tomada de decisão que o gestor da ação busca para encaminhar os trabalhos e os resultados a um padrão de qualidade (Luckesi, 2018). Dessa forma, uma determinada escola gera resultados aos gestores para que estes possam acompanhar os estudantes ao longo de um tempo.

¹¹ Durante o período de vigência do Plano Nacional da Educação (2014 - 2024), ainda não dispúnhamos dos dados referentes ao ano de 2023.

Com base nessa discussão, nos parece pertinente esclarecer o uso dos termos Exame e Avaliação ao nos referirmos ao Enem. Com base em Luckesi (2011), definimos a abordagem deste estudo da seguinte forma: O Enem será considerado como exame quando os seus resultados forem utilizados para classificar os estudantes de forma excludente, ou seja, para determinar o nível de desempenho do aluno em um momento específico, excluindo perspectivas de investigação pedagógica. Essa abordagem implica que a responsabilidade pelo aprendizado recai sobre o estudante, com base em seu desempenho passado (Luckesi, 2011). A esse respeito, Luckesi (2009) critica a prática dos exames por considerar as notas dos estudantes de forma isolada do processo ativo de aprendizagem, sem refletir ou agir sobre os dados coletados de maneira a promover intervenções que auxiliem no aprendizado. O autor destaca que os exames não contribuem efetivamente para o desenvolvimento educacional dos alunos, já que

[...] não interessa o processo através do qual o estudante chegou ao desempenho por ele manifestado [...] se um estudante apresentar respostas corretas obtidas por meios fraudulentos e não for descoberto nessa prática, as respostas são assumidas como certas, pois se olha somente para o produto (Luckesi, 2011, p. 187).

Desse modo, Luckesi (2011) pontua que os exames ignoram as múltiplas influências que afetam o aprendizado, incluindo fatores pessoais, psicológicos e administrativos. Além disso, essa perspectiva reduz o papel do professor às meras funções de elaboração, aplicação e correção sem considerar seu papel no processo de ensino e de aprendizagem, orientação e suporte aos alunos. Dessa forma, se as avaliações educacionais forem utilizadas exclusivamente como exame, esses instrumentos não promovem transformações pedagógicas significativas, devido à sua natureza limitada e à falta de abordagem holística na avaliação do processo educativo.

Por sua vez, a avaliação, ao contrário dos exames, é fundamentalmente diagnóstica e não se destina à classificação (Luckesi, 2011). Quando aplicada ao contexto do Enem, nesta pesquisa, a perspectiva de avaliação sugere um enfoque na intervenção reflexiva, construtiva e criativa para melhorar a aprendizagem dos alunos. A avaliação compreende não apenas os resultados atuais, mas, também, considera os processos de aprendizagem anteriores e futuros, reconhecendo a complexidade das variáveis que afetam os resultados. Assim, atuar sobre essas variáveis pode levar a uma aprendizagem mais eficaz e satisfatória. No entanto, para que tenha eficácia, a avaliação, deve adotar uma abordagem dialógica, criando um espaço de comunicação entre educadores e estudantes. Isso permite identificar a posição de cada um no processo

educativo, reconhecendo tanto as contribuições quanto as necessidades individuais. Essa abordagem dialógica da avaliação não só apoia o processo de ensino, mas, também, facilita a aprendizagem ao promover a reflexão contínua, a adaptação e o crescimento mútuo entre professores e alunos.

Assim, alinhamo-nos com a perspectiva de Perrenoud (1999b) ao reconhecer que, no âmbito do novo paradigma educacional, a avaliação da aprendizagem ultrapassa sua função convencional de simples mensuração de conhecimentos adquiridos. Ela evolui para ser um elemento central e facilitador no desenvolvimento e na formulação do currículo. Essa visão do autor coloca a avaliação como um componente essencial na administração do processo de aprendizagem dos alunos, destacando sua relevância não apenas na mensuração do avanço educativo, mas, igualmente, como um recurso ativo e formativo no delineamento das práticas de ensino e de aprendizagem ao longo do tempo. Dessa forma, a avaliação se estabelece como uma ferramenta chave na direção pedagógica, empregada por coordenadores e diretores e refinada por professores através de métodos pedagógicos. Isso contribui para uma educação que distribui responsabilidades entre diversos agentes educacionais, promovendo um ambiente mais adaptável e atento às necessidades dos alunos. Portanto, a avaliação é uma ferramenta essencial para o desenvolvimento educacional, pois ela ajuda a orientar e aprimorar continuamente o processo de ensino e aprendizagem. Segundo Luckesi (2011), “o professor, na medida em que está atento ao andamento dos seus alunos, poderá, através da avaliação da aprendizagem, verificar o quanto o seu trabalho está sendo eficiente e que desvios está tendo.” (2011, p. 112).

Logo, é possível considerar o Enem como uma avaliação somativa na perspectiva de Luckesi (2011), em vez de um mero exame, justificado por sua capacidade de propor indicadores sobre o conhecimento e as habilidades dos alunos que vivenciaram o ensino oferecido pelo docente em CNT (Biologia, Física e Química). Assim os resultados do Enem oferecem evidências que podem ser interpretadas para a compreensão das políticas educacionais, realização de uma reflexão crítica da ação pedagógica e contribuição para o desenvolvimento do currículo, se tornando uma ferramenta valiosa para a gestão da aprendizagem dos alunos de determinado sistema educacional (Perrenoud, 1999b).

Contudo, compreendemos que o fato de o Enem não se tratar de uma avaliação censitária ou amostral apresenta limitações enquanto instrumento para o monitoramento abrangente do desempenho da Educação Básica em âmbito estadual e federal. Sua natureza impede que seja efetivamente utilizado para a formulação de políticas públicas, pois o perfil dos estudantes que se inscrevem no exame pode variar significativamente a cada ano. Essa variabilidade impede

que o Enem seja considerado representativo de toda a população estudantil, limitando sua utilidade como um indicador global do desempenho educacional. Além disso, a transição na estrutura curricular do Ensino Médio, partindo do modelo tradicional baseado em disciplinas e se transformando em itinerários formativos especializados traz à tona reflexões sobre as possíveis direções de uma futura reforma do Enem. Essa transformação levanta questões sobre como a avaliação pode evoluir para se alinhar com essas mudanças no Ensino Médio, mantendo ao mesmo tempo um compromisso com uma educação holística que equilibre habilidades práticas com a formação cidadã.

Especificamente na área de CN, Marques *et al.* (2021) revelam algumas distorções notáveis entre o Enem e a BNCC. A análise das questões de Química do Enem entre as edições de 2015 a 2019 com base na Taxonomia de Bloom Revisada, em particular, foi feita em relação às 26 habilidades da BNCC para a área de Ciências da Natureza e Tecnologias, o que permitiu o estabelecimento de uma correlação entre a base e os itens abordados na avaliação. Os resultados de Marques *et al.* (2021) mostraram que, no período entre 2015 e 2019, as questões do Enem enfatizaram majoritariamente os verbos "lembrar" e "entender", indicando uma prevalência de processos cognitivos de ordem mais baixa. Por outro lado, a BNCC mostrou uma preferência pelo verbo "analisar", indicando uma contradição na construção das avaliações. Além disso, os autores constataram que as questões do Enem pouco exigiam o uso de habilidades cognitivas de ordem superior, como "avaliar" e "criar", predominantes na BNCC. Este achado sugere que a estrutura de questões objetivas do Enem dificulta a avaliação de habilidades cognitivas mais complexas, que requerem a combinação de várias habilidades e seriam mais apropriadamente avaliadas por meio de questões discursivas ou situações práticas.

Logo, essas análises destacam a urgente necessidade de revisão do método de avaliação no Ensino Médio, revelando um descompasso notável entre a BNCC e as questões elaboradas para o Enem. Isso levanta uma questão crítica sobre a capacidade do Enem de se adaptar à nova realidade educacional delineada pela BNCC, e a importância de implementar mudanças substanciais no exame para garantir que ele reflita de forma mais precisa e eficaz as diretrizes curriculares contemporâneas. Em resposta a essa necessidade, uma proposta para reestruturar o Enem alinhada às reformas do novo Ensino Médio brasileiro poderia ser desenvolvida. Essa proposta visaria avaliar de forma abrangente e eficaz a formação dos estudantes ao término dessa fase escolar, considerando não apenas o conteúdo acadêmico, mas, também, as habilidades cognitivas e socioemocionais previstas na BNCC, assegurando que o Enem esteja em harmonia com as expectativas educacionais atuais e as necessidades dos estudantes.

Assim, uma proposta de Enem poderia ser estruturada da seguinte forma para avaliar de maneira abrangente e eficaz a formação dos estudantes:

- 1. Avaliação interdisciplinar e integrada:** O Enem deve refletir a abordagem interdisciplinar adotada no novo currículo, em vez de segmentar as questões por disciplinas. A avaliação poderia integrar conceitos de diferentes áreas, estimulando o pensamento crítico e a capacidade dos alunos de aplicar conhecimentos de forma cruzada. Por exemplo, um problema de matemática poderia ser contextualizado em um cenário de Ciências da Natureza.
- 2. Inclusão de todas as áreas do conhecimento:** A avaliação deve abranger questões de todas as cinco áreas do conhecimento estabelecidas pelo novo currículo: Linguagens e suas tecnologias, Matemática e suas tecnologias, Ciências da Natureza e suas tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, e Formação Técnica e Profissional. Isso garantiria uma avaliação abrangente das competências dos alunos em todos os aspectos fundamentais de sua formação.
- 3. Foco na formação integral do estudante:** Além de questões objetivas e discursivas, o Enem poderia incorporar componentes que avaliem a formação socioemocional, como redações ou questões de resposta construída que exijam reflexão crítica, ética e cidadania. A ideia seria avaliar a capacidade do aluno de pensar de forma crítica sobre questões sociais, ambientais e éticas. Dessa forma, a avaliação também se aproximaria de aspectos socioculturais e sociocientíficos.
- 4. Flexibilidade e escolha do aluno:** Reconhecendo a diversificação dos itinerários formativos, o Enem poderia permitir que os alunos escolhessem certas seções da avaliação com base em seus interesses e especializações. Por exemplo, um aluno que seguiu um itinerário em Ciências da Natureza teria a opção de responder a mais questões dessa área.
- 5. Avaliação de competências práticas e teóricas:** A avaliação deveria testar não apenas o conhecimento de conteúdo, mas, também, habilidades práticas e aplicadas, de procedimentos e as de caráter epistemológico. Isso poderia ser feito através de estudos de caso, análises de cenários reais ou a resolução de problemas práticos.
- 6. Uso de tecnologias e mídias digitais:** Alinhado com a área de Linguagens e suas tecnologias, o Enem poderia incorporar questões que avaliem a compreensão e o uso crítico das mídias digitais, refletindo a importância crescente da alfabetização digital.

- 7. Participação comunitária e projetos de vida:** Avaliação do engajamento do aluno com o itinerário escolhido, como a sua participação em projetos comunitários ou atividades extracurriculares, como parte de sua formação integral e do desenvolvimento de seu projeto de vida.

Essa proposta de reformulação do Enem tem como objetivo harmonizar a avaliação com as recentes mudanças no Ensino Médio, assegurando um exame que abrange de forma holística e integrada o desenvolvimento educacional dos estudantes. Ao mesmo tempo, essa proposta busca respeitar e valorizar a diversidade de interesses e capacidades dos alunos, pois a principal inquietação relacionada à iminente reforma do Enem é a possibilidade de que a avaliação se restrinja majoritariamente às áreas de Matemática e Linguagens. Existe o receio de que, sob a bandeira da interdisciplinaridade, outras disciplinas sejam indiretamente avaliadas através destas duas áreas do conhecimento. Especificamente para as Ciências, a justificativa apresentada para essa abordagem seria a avaliação do letramento científico. No entanto, essa metodologia sugere uma simplificação excessiva do processo avaliativo, da interdisciplinaridade e do letramento científico que poderia levar ao empobrecimento do conteúdo avaliado. Além disso, tal abordagem pode ser vista como parte de um processo reducionista que tem se desenvolvido ao longo dos anos, limitando a abrangência e a profundidade da avaliação de Ciências pelo Enem.

A próxima seção terá enfoque em estudos que empregam o Enem como base para análises aprofundadas e discussões sobre o ensino de Ciências no Brasil, com atenção especial às metodologias e abordagens no Ensino de Química.

5.2 O USO DO ENEM COMO INSTRUMENTO DE PESQUISA PARA REFLEXÃO SOBRE O ENSINO DE CIÊNCIAS

O Enem é destacado como um recurso significativo para a avaliação educacional, oferecendo dados valiosos para a análise e compreensão das práticas educacionais no Brasil (Marinho *et al.*, 2018). Destaca-se, portanto, a importância de considerar as variadas implicações do Enem, desde a formulação de currículos até a prática docente e a avaliação educacional, enfatizando a necessidade de uma abordagem holística e crítica para maximizar os benefícios desta avaliação como recurso educacional de forma crítica. Entre as dimensões identificadas na literatura científica, destacamos cinco: 1) Percepção de professores e alunos sobre o Enem; 2) Influência do Enem no currículo; 3) Influência do Enem na prática docente;

4) Manipulação da prova do Enem para fomentar diagnósticos; 5) Apropriação dos resultados estatísticos do Enem para diagnóstico. Cada uma dessas dimensões será apresentada a seguir.

5.2.1 Percepção de professores e alunos sobre o Enem

A identificação das perspectivas de professores, gestores, diretores e alunos em relação ao Enem é fundamental. Como vimos, o Enem é uma das principais ferramentas de avaliação educacional no Brasil, para a área das Ciências (Biologia, Física e Química), com impactos significativos sobre políticas educacionais, práticas pedagógicas e trajetórias acadêmicas de estudantes. Por isso, explorar as perspectivas dos diferentes atores envolvidos no processo educacional permite uma compreensão mais abrangente do impacto dessa avaliação ou desse exame no processo de ensino e de aprendizagem.

Entre os atores, os alunos são os principais interessados no Enem, pois seus resultados influenciam diretamente em suas oportunidades de continuidade no Ensino Superior e, conseqüentemente, de uma carreira profissional. A pesquisa de Locco (2005), revela o Enem como um instrumento de "testagem" ou de "verificação" na percepção dos alunos. Além disso, a autora observa que os estudantes relacionam o Enem ao vestibular, mas não ao Ensino Superior, ou seja, os alunos veem o Enem como uma forma de testar seus conhecimentos e se preparem para o vestibular, assumindo uma visão sobre a continuação dos estudos de forma superdimensionada. Cabe informar que a nota do Enem nesse período poderia ser utilizada pelas instituições de Educação Superior e esse movimento foi ampliado em 2004 pela criação do Programa Universidade para Todos (ProUni), que começou a usar a nota do Enem para concessão de bolsas de estudos integrais e parciais aos participantes (Inep, 2023).

Zanchet (2007) destaca que o Enem se diferencia dos vestibulares convencionais por enfatizar competências em vez de se concentrar, exclusivamente, em conteúdos. Segundo a autora, os professores reconhecem essa distinção, embora nem todos estejam completamente familiarizados com o conceito de avaliação baseada em competências. Ela percebe uma postura mais consciente dos docentes em relação ao Enem, evidenciada pelo esforço em preparar os alunos para essa avaliação. Isso inclui a discussão de questões de provas anteriores em sala de aula, o que, por sua vez, influencia suas práticas pedagógicas. Essa abordagem leva os professores a considerar métodos alternativos de ensino dos conteúdos.

Entretanto, o estudo de Maggio (2006) aponta que os estudantes de escolas públicas tendem a demonstrar desinteresse em participar do Enem, mesmo que somente pela preparação, conforme indicou Locco (2005). Aqueles alunos que expressam o desejo de participar da

avaliação, geralmente, o fazem com o objetivo de ingressar no Ensino Superior. Esse comportamento destaca e reforça a motivação do Ministério da Educação (MEC) em reformar o sistema de vestibular, conforme apontado por Maggio (2006).

Ainda sobre o desejo de ingressar no Ensino Superior, Santos *et al.* (2020) analisaram as percepções dos alunos em relação ao “novo” Enem e descobriram que, apesar do enfrentamento de problemas que incluem desafios socioeconômicos, estruturais e familiares, os estudantes mantêm o interesse em prosseguir com os estudos. Eles buscam não apenas o conhecimento, mas, também, uma transformação de vida. Os achados da pesquisa indicam que, mesmo sem estarem completamente preparados – enfrentando obstáculos como a limitação de tempo para estudos devido ao trabalho, carência de materiais básicos de estudo, e falta de envolvimento dos professores com o Enem – os alunos da fase final do Ensino Médio estão imersos em uma realidade complexa que exige amadurecimento precoce em meio a um cenário repleto de incertezas, especialmente agravado durante o período da pandemia. Este contexto destaca a resiliência dos estudantes frente aos desafios para alcançar novas etapas educacionais, incluindo a entrada no Ensino Superior. Outros agentes desse processo são os professores e gestores, que estão na linha de frente do sistema educacional, lidando diretamente com o currículo e o desenvolvimento educacional e emocional dos alunos. Suas percepções podem revelar desafios enfrentados no ensino e na aprendizagem, assim como oportunidades para melhorar a eficácia do Enem como uma ferramenta de avaliação e orientação.

Diante do contexto em que se insere a pesquisa de Locco (2005), os termos “testagem” ou “verificação”, que designam a função do Enem, também foram percebidos na voz dos professores, acrescentando que o Enem tem a função de verificar a preparação dos estudantes. Zanchet (2007) observa que os professores compreendem o Enem como um meio pelo qual o governo avalia o Ensino Médio no Brasil. Além disso, percebem o exame como uma forma de supervisão sobre suas práticas de ensino, sem que isso, necessariamente, implique em uma contribuição efetiva para o aprimoramento da qualidade educacional. Nesse sentido, há um entendimento de que o Enem viabiliza o entendimento sobre o nível da qualidade das escolas e a preparação dos alunos. Essa percepção sugere uma visão limitada do Enem, focada na mensuração imediata do conhecimento em detrimento na avaliação abrangente da formação educacional. Além disso, há um relato de “responsabilização forte” (Bonamino; Sousa, 2012), que apresenta a ideia de que o resultado dos alunos depende do ensino oferecido pelos docentes.

Contudo, o Enem deveria avaliar a formação do aluno em um contexto mais amplo, considerando sua relação com a sociedade (Locco, 2005). Essa perspectiva sugere um

entendimento mais profundo do exame, compreendendo-o como uma ferramenta capaz de avaliar não apenas o conhecimento acadêmico, mas, também, a capacidade do estudante de aplicar esse conhecimento em um contexto social, o que vai ao encontro das políticas curriculares. O estudo de Locco (2005) ainda demonstra que os docentes percebem o Enem como um meio para identificar as deficiências no Ensino Médio em todo o país, transformando-o em uma ferramenta valiosa para o diagnóstico e aprimoramento do sistema educacional. A partir dessas considerações, percebe-se um potencial para o controle e a regulação do sistema educacional, particularmente em relação ao Ensino Médio. Além disso, as respostas dos professores apresentadas no estudo revelam uma dimensão político-ideológica do exame. Eles enfatizam a necessidade de se debater o Enem, da interpretação de suas nuances e do questionamento do uso dos dados coletados, bem como da eficácia das políticas educacionais associadas.

A afirmação de Maggio (2006) corrobora essas observações quando diz que: “Somente depois da compreensão dos fundamentos históricos, sociais e políticos da avaliação externa do Ensino Médio será possível utilizar criticamente os indicadores obtidos por meio do Enem.” (2006, p. 95). Nesse trecho, Maggio aponta a importância de “desmascarar o discurso produtivista” para transformar os professores em “conhecedores críticos” do papel do Estado como avaliador. Isso implica em uma crítica à abordagem que vê a educação predominantemente sob a ótica da produção de resultados quantificáveis, como notas e rankings. Uma conscientização crítica permitiria aos professores o melhor entendimento dos pressupostos e da ideologia por trás do Enem, bem como seu impacto nas práticas educacionais e nos alunos.

Locco (2005) infere, pela fala dos professores, que as políticas de avaliação não têm sido amplamente discutidas e, como resultado, falta um canal efetivo de comunicação e participação entre as escolas e o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) e o Ministério da Educação (MEC). Essa falta de comunicação, caracterizada como a ausência de devolutivas pedagógicas, gera impactos na educação, como observa Maggio (2006) ao compartilhar que os docentes assumem uma postura ingênua frente ao processo avaliativo:

[...] os professores não conhecem o Enem, não sabem dos pressupostos políticos que nortearam a implantação do exame e, tampouco, se dão conta das reais implicações sobre os alunos e sobre suas práticas cotidianas em sala de aula. Os docentes colocam-se numa posição ingênua em relação às políticas públicas de avaliação (Maggio, 2006, p. 96).

Maggio (2006) observa que muitos professores têm um conhecimento limitado sobre o Enem, incluindo os pressupostos políticos que guiaram sua criação e as implicações reais do exame sobre os alunos e as práticas de ensino. Isso sugere uma lacuna na formação dos educadores ou uma falha no sistema de comunicação entre os responsáveis pela política educacional e os professores nas escolas. Possivelmente, esses fatores impactam na consideração da pesquisadora quando observa que "o professor, em relação ao Enem, faz um jogo de oposição entre resistências e adesões." (Maggio, 2006, p. 95). Essas reflexões indicam que ainda existe resistência por parte dos docentes e que a adesão ao sistema de avaliação não é completa. O "jogo de oposição" mencionado por Maggio sugere que, por um lado, os professores apresentam resistência ao Enem, desenvolvendo mecanismos de resistência no ambiente da escola pública. Esta postura pode ser compreendida como uma reação a percepções de inadequação do exame em relação às realidades educacionais ou como uma crítica às políticas educacionais mais amplas. Por outro lado, também existe adesão, possivelmente impulsionada pela percepção de que o Enem é um caminho necessário para o ingresso dos alunos no Ensino Superior. No entanto, Locco (2005) questiona a natureza do Enem, considerando-o uma verificação de resultados educacionais e não uma avaliação propriamente dita. Essa reflexão coincide com a percepção dos alunos e professores, reforçando a ideia de que o Enem é apropriado como um exame (Luckesi, 2011) e por isso, tende a focar na verificação dos conhecimentos adquiridos, em vez de uma análise mais profunda do processo educativo.

Sobre o conhecimento químico, Maceno (2012), ao analisar as entrevistas com dez professores de Química, destaca as seguintes proposições sobre as compreensões e significados sobre o Novo Enem: 1) Os professores em sua maioria apresentam noções superficiais sobre o Novo Enem e aguardam orientações externas para poder compreendê-lo melhor, mas o defendem como sendo relevante; 2) São múltiplos e contraditórios os significados do Novo Enem entre os professores.

A proposição 1, evidencia que os professores têm uma compreensão limitada do Novo Enem e da sua versão original. Surpreendentemente, não foram mencionadas, por parte deles, características centrais do Exame, como Interdisciplinaridade e Contextualização, o que desmonstra que seus conhecimentos a respeito do Enem se limitam a questões das provas. É preocupante que, apesar dessa compreensão limitada, os professores incentivem os alunos a participar do Novo Enem, principalmente porque veem o Ensino Médio como um curso preparatório para a Educação Superior. Há um reconhecimento da necessidade de espaços de discussão nas escolas sobre o Novo Enem, tanto para feedback sobre o trabalho docente quanto

para identificar e melhorar os pontos de dificuldade dos estudantes. Essas constatações estão em linha com pesquisas anteriores, como as de Locco (2005), Maggio (2006) e Zanchet (2007), que também notaram um conhecimento superficial dos professores a respeito do Enem.

Na Proposição 2, Maceno (2012) destaca a diversidade e contradição dos significados atribuídos ao Novo Enem em relação aos professores de Química, o que reflete a necessidade de maior integração e clareza na comunicação entre o Estado, as escolas e os professores. Segundo a autora, o Enem é percebido como um meio de socialização de conteúdo, um facilitador para o ingresso em cursos superiores, uma evidência do interesse do estudante em sua formação profissional, e, até mesmo, como um possível instrumento de perpetuação de desigualdades educacionais. Além disso, há uma disparidade notável nas interpretações do Novo Enem pelos docentes. Alguns o veem apenas como um exame ou um preparatório, enquanto outros o consideram uma avaliação abrangente do estudante e do Ensino Médio. Essa multiplicidade de interpretações reflete a falta de um entendimento unificado sobre o propósito e o impacto do Exame (Maceno, 2012). É possível concluir, portanto, que os professores parecem focar principalmente nos benefícios do exame para os estudantes, sugerindo uma visão que limita o interesse do Novo Enem aos alunos, sem considerar seu potencial impacto no processo educativo mais amplo (Maceno, 2012). A pesquisa revela que, para muitos professores, o Ensino Médio é visto como uma etapa preparatória para o Ensino Superior, e o Novo Enem é interpretado como uma ferramenta para facilitar esse processo.

Locco (2005), Maggio (2006) e Zanchet (2007), também identificaram uma tendência dos professores em perceber o Enem como um meio de acesso ao Ensino Superior, em vez de uma oportunidade para autoavaliação ou revisão do currículo do Ensino Médio. Zanchet (2007) aponta que os professores reconhecem a importância do Enem, mas não baseiam suas opiniões em uma análise epistemológica dos pressupostos conceituais e pedagógicos que fundamentam o Exame (Maceno, 2012). Isso sugere que, embora o Novo Enem possa ser visto como uma oportunidade de avanço para os estudantes, sua capacidade de promover uma avaliação reflexiva e melhoria na educação ainda não é plenamente reconhecida ou explorada pelos educadores.

Em suma, a Proposição II indica que a compreensão da reforma do Enem de 2009, pelos professores de Química, é variada e, muitas vezes, contraditória, refletindo diferenças nas perspectivas educacionais e na interpretação do papel do exame no sistema educacional. É evidente a necessidade de uma discussão mais aprofundada e integrada sobre o Enem,

envolvendo não apenas os professores, mas também os alunos, as instituições educacionais e os formuladores de políticas.

Sobre a elaboração de políticas públicas, Correa e Santos (2018) destacam a influência das avaliações externas, ressaltando que essas ferramentas visam igualar a permanência do aluno na escola com a qualidade do processo de ensino e aprendizagem. No contexto brasileiro, as autoras mencionam o Saeb e o Enem como avaliações importantes para fornecer informações sobre processos educacionais, auxiliando na condução de políticas públicas. A pesquisa aponta que a qualidade da escola está diretamente relacionada aos resultados das avaliações, mas também destaca que essas avaliações deveriam promover melhorias nas escolas e não apenas recompensá-las por notas. Isso levou as autoras a uma reflexão sobre como as avaliações externas estão ligadas às decisões educacionais no país, enfatizando a necessidade de que elas sejam compreendidas como uma busca por melhorias na educação e não apenas como uma métrica de mercado (Correa; Santos, 2018). Contudo, Correa e Santos (2018) apontam para a necessidade de uma revisão do papel das avaliações externas, incluindo o Enem, sugerindo que elas deveriam ser mais do que ferramentas para mensurar resultados e gerar orçamento, mas se estabelecerem como meios para promover uma educação que forme cidadãos críticos, capazes de enfrentar e resolver desafios, transformando sua realidade.

Com base nesse aporte teórico, percebe-se que são escassas as publicações sobre o Enem e a percepção de professores e alunos a respeito desse instrumento de avaliação. Professores, gestores e alunos vivenciam o Enem de formas distintas, cada um com suas preocupações, expectativas e experiências próprias. Entender essas diferentes perspectivas é crucial para uma visão mais completa e matizada sobre o impacto e a percepção do exame. A estrutura e o conteúdo do Enem, por exemplo, podem influenciar significativamente as práticas pedagógicas nas escolas, levando professores e gestores a se sentirem pressionados a adaptar métodos de ensino e currículos. Essa adaptação tem potenciais implicações tanto positivas quanto negativas, refletindo o sucesso ou as deficiências das políticas educacionais vigentes.

Além disso, a maneira como o Enem é percebido e valorizado pelos diferentes grupos pode fornecer indicadores relevantes para reformas e melhorias no sistema educacional, principalmente para o Ensino das Ciências, entre elas a Química. Considerando que o Enem é um fator crucial para o acesso ao Ensino Superior. A compreensão da percepção sobre a avaliação e da preparação para o Enem é importante para abordar questões relacionadas ao bem-estar estudantil e à eficácia educacional. Sendo assim, uma discussão sobre as perspectivas em relação ao Enem também deve incluir questões de equidade e inclusão, procurando entender se

a avaliação está proporcionando ou limitando oportunidades para diferentes grupos de alunos, especialmente aqueles com deficiências e os inseridos em contextos socioeconômicos desfavorecidos.

5.2.2 Influência do Enem no currículo

As matrizes curriculares têm sido uma ferramenta para orientar avaliações públicas na Educação Básica brasileira, enfatizando o desenvolvimento de competências e habilidades, a interdisciplinaridade e a contextualização dos conteúdos (Maceno *et al.*, 2011). Nesse aspecto, os autores analisam a matriz de referência do Enem (Brasil, 2009), especialmente em relação à CNT, reconhecendo o potencial do exame em induzir mudanças pedagógicas e curriculares, valorizando a articulação entre conhecimentos científicos e contextos de vida, o que corrobora com as visões de Luckesi (2012), introduzidas no início deste capítulo, para que haja uma real mudança de perspectiva no Ensino Médio. Contudo, Maceno *et al.* (2011) identificaram contradições entre a matriz e seu anexo, que lista conteúdos de Química de forma tradicional, o que pode reforçar práticas pedagógicas ultrapassadas e ser contrário à proposta geral do Enem. Um trecho deste anexo sobre transformações químicas será apresentado a seguir:

Transformações Químicas - Evidências de transformações químicas. Interpretando transformações químicas. Sistemas Gasosos: Lei dos gases. Equação geral dos gases ideais, Princípio de Avogadro, conceito de molécula; massa molar, volume molar dos gases. Teoria cinética dos gases. Misturas gasosas. Modelo corpuscular da matéria. Modelo atômico de Dalton. Natureza elétrica da matéria: Modelo Atômico de Thomson, Rutherford, Rutherford-Bohr. Átomos e sua estrutura. Número atômico, número de massa, isótopos, massa atômica. Elementos químicos e Tabela Periódica. Reações químicas (Inep, 2009, [p.13]).

Com base nesse trecho, Maceno *et al.* (2011) argumentam que, enquanto a matriz busca promover um ensino mais integrado e significativo, o anexo desse documento apresenta uma lista linear e fragmentada de conteúdo, contradizendo os princípios de interdisciplinaridade e contextualização. Isso pode levar à manutenção de práticas monodisciplinares e propedêuticas, além de dificultar a inovação educacional, uma das preocupações sobre o ensino científico apontadas por Piaget (1980) na obra *Para onde vai a Educação?*. Portanto, apesar dos avanços previstos pela matriz do Enem 2009, o anexo com os conteúdos de Química não reflete as mudanças curriculares e pedagógicas desejadas (Maceno *et al.*, 2011). Destaca-se a necessidade de uma maior clareza e consistência nas orientações curriculares, além de uma maior integração

entre formuladores da matriz de referência, professores da Educação Básica e a comunidade de pesquisadores educacionais. Os autores enfatizam a importância de reescrever o anexo para que esteja em consonância com os objetivos educacionais do Enem e permita aos professores maior autonomia na escolha dos programas de ensino.

Ao contrário das críticas apontadas por Maceno *et al.* (2011), que se focaram em aspectos específicos da matriz, a pesquisa de Ciszewski (2016) adotou uma abordagem centrada em uma análise comparativa do conteúdo. Ciszewski (2016) utilizou o anexo da matriz para investigar como as mudanças implementadas no Enem em 2009 possivelmente influenciaram as diretrizes do Currículo Estadual Paulista. Nesse contexto, a investigação de Ciszewski (2016) revelou que, embora o currículo paulista abrangesse a maioria dos conteúdos exigidos pelo Enem, havia uma carência notável no Ensino de Química Orgânica. Esta descoberta aponta para a necessidade de avanços nessa área específica do currículo. Segundo a autora, esses resultados sugerem que o Enem pode ser um instrumento valioso na construção do conhecimento em sala de aula, oferecendo suporte tanto para educadores quanto para estudantes no processo de ensino e de aprendizagem de Química. Como resultado de sua pesquisa, Ciszewski (2016) desenvolveu um relatório pedagógico direcionado a professores de Química, que serve como uma ferramenta para refletir sobre a influência do Enem no ambiente escolar, impactando as atividades curriculares de alunos e professores. Este relatório sublinha a ideia de que o Enem vai além da simples avaliação de conhecimento dos alunos, exercendo uma influência positiva no desenvolvimento de currículos e métodos de ensino. Destaca-se, em particular, a necessidade de uma abordagem mais integrada e atualizada em áreas como a Química Orgânica.

Em um contexto complementar, Carvalho e Cintra (2019) exploraram a interconexão entre currículo, avaliação externa e prática docente, com foco especial no Ensino de Química. Eles abordam uma questão central: a congruência entre os instrumentos de medida, o currículo e o conteúdo instrucional, julgando essa sincronia como fundamental para o sucesso de avaliações de larga escala, como o Enem. Essa pesquisa reforça o papel do professor como um agente crucial na implementação eficaz dos currículos, destacando sua importância não apenas como educador, mas, também, como um elemento chave na adaptação e na resposta às demandas e mudanças nos métodos de avaliação e nos conteúdos curriculares.

Zanchet (2007) já destacava a dificuldade dos professores no entendimento do ensino baseado em competências. Carvalho e Cintra (2019), por sua vez, discutem que o ensino envolve aspectos que vão além das habilidades e competências básicas e pedagógicas do professor, incluindo o conteúdo lecionado, o contexto em sala de aula, e as características dos

alunos. No entanto, Maceno e Guimarães (2013) revelaram que a maioria dos professores de Química entrevistados mantiveram concepções tradicionais de ensino. Para Maceno e Guimarães (2013), a prática dos professores de Química em avaliação tende a se concentrar em aspectos como verificação, comprovação e medida, oferecendo, também, oportunidades para alterações metodológicas. Esta abordagem tradicional, que prioriza a memorização e a repetição, influencia significativamente na seleção de conteúdos para o currículo de Química e na forma como são correlacionados com o que é avaliado pelo Enem.

Ainda nessa esteira, a pesquisa de Carvalho e Cintra (2019) ressaltava a influência marcante do Enem na definição do “o quê”, “como” e “para que” se ensina. Elas alertam para o risco de um ensino excessivamente focado na preparação para o exame, que pode comprometer objetivos mais amplos de formação cidadã. Este foco no desempenho em testes pode levar a um desalinhamento entre o currículo oficial e o que é realmente ensinado e avaliado nas escolas, afetando a essência do processo educativo em Química. Essa percepção é decorrente do fato de que alguns professores de Química se baseiam em critérios como a demanda de conteúdos em exames de seleção, como o Enem, enquanto outros se guiam por suas próprias convicções e limitações de tempo (Carvalho; Cintra, 2019). Estas observações refletem a problemática identificada por Locco (2005) sobre a falta de devolutiva pedagógica e a ausência de um canal eficiente de comunicação e participação entre as escolas e o Inep, vinculado ao MEC.

Quanto ao conhecimento pedagógico e de conteúdo, os professores enfatizam a importância do Ensino de Química para conectar os alunos com o mundo e as práticas cotidianas, alinhando-se com a proposta do currículo e do Enem, que incentivam a contextualização do conteúdo científico com a vida social, política, econômica e ambiental (Carvalho; Cintra, 2019). Carvalho e Cintra (2019), no que se refere ao conhecimento de avaliação, os docentes demonstram familiaridade com diferentes métodos de avaliação e se valem do Enem de maneiras variadas em suas práticas pedagógicas, seja como uma ferramenta de simulação e avaliação ou como meio de inserir os alunos em situações-problema contextualizadas. Por fim, as autoras concluem a complexidade da interação entre currículo, avaliação externa e prática docente, e como essa dinâmica é influenciada por múltiplos fatores, incluindo as crenças e estratégias individuais dos professores, bem como as diretrizes dos currículos e das avaliações externas.

O recente estudo de Pereira *et al.* (2023) corrobora as observações dos autores citados anteriormente. O artigo “Enem como política de avaliação em larga escala” oferece uma visão

crítica sobre o papel do Enem na política educacional brasileira. Uma das principais constatações é a influência significativa do Enem na organização curricular e na prática docente, transformando-se, de fato, em um referencial curricular básico para todo o território nacional. Esta influência é acentuada por Rocha e Ferreira (2017), que enfatizam a importância do Enem não se tornar o único determinante das políticas educacionais, apesar de seu papel unificador na mudança das práticas pedagógicas. Na visão dos autores, o Enem tem impactado a organização dos currículos escolares e a prática pedagógica dos professores, refletindo em um dos seus objetivos: o acesso ao Ensino Superior. O exame contrasta com os vestibulares antigos, que focavam em conteúdos fragmentados, enquanto o Enem valoriza as competências e habilidades para a formação cidadã (Maceno, 2012; Carvalho; Cintra, 2019; Pereira *et al.*, 2023).

Pereira *et al.* (2023) argumentam que, embora o propósito original do Enem fosse avaliar o Ensino Médio, atualmente seu foco principal parece ter se deslocado para a admissão no Ensino Superior. Nessa perspectiva, os autores apontam críticas ao Enem, destacando que ele falha ao não examinar aspectos dos processos educativos, como valores e práticas sociais. Além disso, os autores ressaltam a insuficiência do exame em fornecer devolutivas apropriadas às instituições de ensino, o que seria essencial para que estas identifiquem suas deficiências e potencialidades. Esta observação vai de encontro dos estudos de Locco (2005) e Carvalho e Cintra (2019) sobre a necessidade de usar o Enem como uma avaliação diagnóstica (Luckesi, 2011), na perspectiva da avaliação da aprendizagem apresentada por Perrenoud (1999), refletindo as reais questões pedagógicas que emergem desse instrumento para se discutir o currículo das Ciências.

Pereira *et al.* (2023) observam ainda que o Enem tem um papel significativo na gestão educacional, oferecendo perspectivas sobre as direções da educação e servindo como um recurso para a sociedade na orientação das políticas educacionais. Esta abordagem é alinhada com o conceito da segunda geração de avaliações externas, conforme descrito por Bonamino e Sousa (2012), em que a responsabilização é adotada sem a atribuição de consequências negativas. No entanto, os autores apontam que o Enem também tem sido vinculado à responsabilização dos profissionais da educação e dos estudantes pela qualidade da educação. Essa associação reflete a abordagem de responsabilização mais rigorosa, característica da terceira geração de avaliações de larga escala, também discutida por Bonamino e Sousa (2012).

A tendência das escolas em padronizar seus currículos com o objetivo de se alinharem aos requisitos do Enem, juntamente com o limitado feedback fornecido às instituições

educacionais, constitui duas áreas críticas de preocupação (Pereira *et al.*, 2023). Esta padronização curricular, orientada principalmente para atender às demandas do Enem, pode resultar em uma educação excessivamente focada na preparação para esse exame. A unilateralidade desse enfoque tende a negligenciar aspectos fundamentais da formação integral do aluno, como o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, pensamento crítico, criatividade e outras competências essenciais para o pleno desenvolvimento pessoal e profissional. Assim, em vez de promover uma educação holística e abrangente, essa ênfase no Enem pode limitar a experiência educacional dos alunos, concentrando-se em prepará-los para uma avaliação específica em detrimento de uma formação científica completa e diversificada. Finalmente, o artigo de Pereira *et al.* (2023) contribui para a literatura enfatizando sobre a necessidade de refletir sobre os resultados do Enem para redimensionar o processo educativo, destacando a falta de equidade na classificação das escolas por ranking e a desigualdade na avaliação uniforme aplicada pelo Enem. A análise dos microdados organizados em planilhas demanda conhecimento por parte da comunidade escolar, evidenciando a necessidade de repensar o Enem para que haja uma avaliação mais justa e democrática os estudantes, considerando a diversidade cultural e socioeconômica do Brasil.

Santos *et al.* (2023) corroboram com a pesquisa de Pereira *et al.* (2023), destacando a importância de se entender os dados de avaliações como o Enem e o Ideb dentro de um contexto mais amplo, incluindo as realidades sociais, culturais e econômicas das escolas e comunidades. Os autores também alertam para os potenciais perigos de uma interpretação e uso inadequados desses dados, que podem reforçar a desigualdade e marginalizar escolas e alunos menos favorecidos. Assim, o estudo reforça a necessidade de uma análise crítica e reflexiva dos indicadores de avaliação externa no campo da educação para evitar interpretações reducionistas ao elaborar e propor o currículo das escolas.

Outro relevante aspecto a ser considerado é a influência do Enem na prática docente. As implicações do Enem no trabalho docente são significativas e multifacetadas, e, a seguir, apresentaremos brevemente o levantamento bibliográfico realizado.

5.2.3 Influência do Enem na prática docente

As mudanças de formato e conteúdo do Enem afetaram diretamente o trabalho dos professores de Química de várias maneiras (Maceno, 2012). A pesquisadora considera, em seu estudo, três proposições, sendo elas: 1) São várias as implicações do Novo Enem para as

escolas, mas as ações permanecem isoladas e com ênfase na preparação; 2) Diante das noções superficiais que os professores têm sobre o Novo Enem e das ações pontuais e carentes de planejamento, esse exame tem contribuído pouco para a reformulação e melhoria do ensino; e 3) Há professores que buscam reproduzir as provas do Novo Enem em seus instrumentos de avaliação, em vez de construírem e repensarem seus Programas de Avaliação.

A Proposição 1 reflete um cenário no qual o Novo Enem influencia significativamente as escolas, mas de uma forma que não está plenamente integrada às estratégias educacionais mais amplas das instituições. A ênfase na preparação para o exame, embora importante, tende a ser uma abordagem isolada e não sincronizada com o projeto pedagógico global das escolas. Para Maceno (2012), essa realidade destaca um descompasso entre as intenções do Enem e sua aplicabilidade prática no contexto educacional. Por um lado, a autora explica que as escolas se adequam ao Novo Enem para incentivar a inscrição dos alunos, utilizando questões de provas anteriores, organizando aulas preparatórias e adaptando conteúdos e questões para se alinharem ao exame. Essas práticas, no entanto, frequentemente, carecem de uma visão integrada e sistêmica, tornando-se ações reativas e pontuais em vez de estratégias educacionais coerentes e sustentáveis. Para Maceno (2012), a divulgação dos resultados do Enem nas escolas pode ser a possível causa desse fato, pois, embora haja um esforço para informar os resultados, muitas vezes, falta um debate profundo e construtivo sobre o que significam para a prática educativa, para o aprendizado dos estudantes e para o desenvolvimento curricular. Nesse contexto, as escolas se concentram mais em transmitir informações e menos em utilizar esses dados para impulsionar melhorias e inovações pedagógicas. Isso pode estar associado a questão da compreensão dos professores sobre as estatísticas da Teoria de Resposta ao Item (TRI), conforme já apontado por Gatti (2009), pois a complexidade da TRI pode ser um obstáculo significativo para professores sem formação em estatística. Além disso, a formação inicial e continuada dos professores nem sempre inclui uma compreensão profunda de modelos estatísticos como a TRI e isso se reflete na falta de entendimento sobre como os resultados estão relacionados no desempenho dos alunos.

Dessa forma, a falta de compreensão sobre a TRI pode afetar a capacidade dos professores de usar os resultados do Enem para informar e ajustar suas práticas pedagógicas conforme ilustra Maceno (2012). Santos *et al.* (2023) reforçam a necessidade do entendimento adequado das métricas estatísticas empregadas em avaliações de grande escala, pois isso pode levar a interpretações equivocadas do desempenho dos alunos e a decisões inadequadas em termos de estratégias de ensino e de aprendizagem. Além disso, um entendimento inadequado

da TRI e dos resultados do Enem pode levar a uma abordagem inadequada na preparação dos alunos para o Enem, focando em estratégias que não refletem adequadamente o modelo de avaliação. Maceno (2012) ainda esclarece que a limitação no uso efetivo do Enem e de seus dados apontam para uma oportunidade perdida. Esses recursos poderiam ser fundamentais para a reformulação e aprimoramento dos processos, programas e práticas de ensino e avaliação, mas, muitas vezes, não são explorados a fundo. Isso sugere uma falha tanto na forma como as informações do Enem são apresentadas às escolas quanto na integração desses dados nas práticas pedagógicas.

Logo, compreendemos que existe uma necessidade clara de programas de capacitação profissional que auxiliem os professores a entender a TRI e a interpretar corretamente os resultados do Enem. Tais programas poderiam ajudar os professores a integrar essas informações em suas práticas pedagógicas de maneira mais eficaz. Essa medida é necessária também na formação inicial, incluindo disciplinas de avaliação e princípios básicos de estatística e indicadores educacionais nos cursos de Licenciatura. Instituições como o Inep, responsável pelo Enem, deveriam desempenhar um papel mais ativo na comunicação e explicação dos fundamentos e implicações da TRI para os educadores. Uma maior transparência e esforços de comunicação ajudariam a esclarecer como os resultados do Enem são calculados e utilizados. No entanto, conforme aponta Maceno (2012), o isolamento entre professores, a cultura de individualismo, as desafiadoras relações interpessoais e a alta rotatividade de equipe contribuem para uma falta de coesão e continuidade nas ações relacionadas ao Enem e outras iniciativas educacionais. Isso cria um ambiente onde as mudanças necessárias são mais difíceis de serem implementadas e onde as inovações não são sustentadas a longo prazo.

Além disso, para maximizar o potencial do Enem como uma ferramenta de melhoria educacional, é crucial uma maior articulação entre as políticas educacionais do Estado e as práticas escolares, necessitando de uma integração aprimorada das atividades relacionadas ao Enem nos projetos pedagógicos das escolas e de uma mudança na cultura educacional que valorize reflexão, debate e inovação contínua (Maceno, 2012). Essa abordagem colaborativa entre professores, gestores, alunos e órgãos governamentais é essencial para estabelecer um sistema educacional no qual o Enem atue como um impulsionador da qualidade e equidade na educação.

A Proposição 2 de Maceno (2021) revela que, apesar das influências superficiais do Enem sobre as práticas pedagógicas dos professores, a contribuição desse exame para uma

mudança significativa e benéfica no ensino é limitada. Segundo a autora, as ações dos professores relacionadas ao Enem tendem a ser pontuais, desprovidas de um planejamento integrado e baseadas em noções superficiais sobre o instrumento. Embora alguns professores tentem alinhar suas práticas ao Enem, esses esforços são, muitas vezes, limitados a ajustes metodológicos focados na exemplificação, treinamento ou motivação dos alunos. Tais mudanças não provocam uma ruptura epistemológica significativa nas práticas de ensino e avaliação, que continuam a seguir padrões tradicionais (Maceno, 2012). Nesse sentido, os educadores, em sua abordagem ao Enem, frequentemente o veem como um elemento suplementar que se soma às suas metodologias de ensino já estabelecidas, em vez de percebê-lo como um estímulo para uma reforma educativa mais ampla e significativa. Essa tendência revela uma oportunidade perdida de explorar o potencial do Enem como um catalisador para mudanças profundas e inovadoras nas práticas pedagógicas e nos currículos escolares. Ao invés de provocar uma reavaliação substantiva dos métodos de ensino ou uma reestruturação curricular, o Enem é, frequentemente, reduzido a apenas mais um recurso didático, sem impactar efetivamente a essência do processo educacional.

A Proposição 3 destaca uma preocupação com a prática de alguns professores que buscam replicar o formato do Enem em suas avaliações, em vez de desenvolverem e refletirem sobre seus próprios métodos de avaliação. Essa abordagem é problemática, pois, além de limitar a autonomia e a inovação pedagógica dos professores, tende a reduzir a avaliação a uma atividade mecânica e quantitativa, desconsiderando as dimensões mais profundas e formativas da avaliação educacional. O artigo enfatiza que o uso de questões do Enem pode ter um papel na exemplificação ou treinamento, mas que é insuficiente para abarcar os objetivos mais amplos e interdisciplinares da educação.

Pereira *et al.* (2023), por sua vez, esclarecem que a utilização do Enem como meio de ingresso ao Ensino Superior ampliou sua influência no fazer pedagógico, muitas vezes, sem considerar a trajetória educacional e as oportunidades dos estudantes, levando à responsabilização dos alunos por baixos desempenhos. Segundo os autores, o Enem também é usado para avaliar o comprometimento dos professores, resultando em alterações significativas nas práticas docentes e nos conteúdos abordados nas aulas. Esta prática reflete a preocupação dos professores em garantir que os estudantes sejam aprovados no Ensino Superior, um indicador de qualidade destacado no estudo de Correa e Santos (2018). Em relação a isso, Santos *et al.* (2013) discutem a pressão sobre os professores para produzir bons resultados

nessas avaliações, e como isso pode afetar negativamente o desenvolvimento profissional e a autonomia pedagógica dos professores.

Além disso, Santos *et al.* (2013) reforçam que as avaliações externas muitas vezes levam a uma adaptação do currículo e das práticas de ensino para se alinharem aos conteúdos e métodos dessas avaliações, em vez de se concentrarem nas necessidades educacionais reais dos alunos. Os autores corroboram com a Proposição 3 de Maceno (2012), dizendo que esse tipo de ação pode limitar a abordagem pedagógica dos professores e a qualidade do ensino, pois prioriza-se a obtenção de bons resultados nas avaliações em detrimento do desenvolvimento integral dos alunos. Em conclusão, enquanto o Enem tem o potencial de induzir mudanças significativas na prática docente, a realidade mostra que as alterações são metodológicas e superficiais, não atingindo o núcleo da pedagogia ou do currículo. Isso sugere a necessidade de um entendimento mais profundo e de uma integração mais efetiva do Enem nas estratégias pedagógicas e curriculares das escolas.

5.2.4 Manipulação da prova do Enem para fomentar diagnósticos

Miranda *et al.* (2011), analisaram o Enem de 2009, especialmente focado nas questões de Ciências da Natureza. O estudo investigou como a contextualização e a interdisciplinaridade são apresentadas nas questões, e como elas se relacionam com a abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). No artigo, as autoras destacam a importância da contextualização nas questões do Enem, observando como ela ocorre com temas de Ecologia, Genética e Fisiologia. A contextualização é vista principalmente como uma forma de ilustrar o conhecimento científico ou como parte do cotidiano dos alunos. Por outro lado, a interdisciplinaridade é evidenciada pela união de conceitos de Biologia com a Química e a Geografia. Além disso, o estudo observou que o enfoque CTS foi aplicado mais como uma estratégia para ilustrar conceitos científicos e competências/habilidades do que como uma possibilidade de interpretar a ciência em suas várias dimensões. Para as autoras, a interdisciplinaridade estava notavelmente ausente na maioria das questões do Enem, e as interações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) não foram adequadamente abordadas. Além disso, observaram que a maior parte das questões se concentrou em apresentar conteúdos científicos, deixando de lado aspectos cruciais, como a transformação da realidade e o desenvolvimento de um pensamento crítico nos alunos.

Com base nessa análise, Miranda *et al.* (2011) recomendam enfaticamente que as provas do Enem sejam desenvolvidas com princípios mais abrangentes, incorporando a formação de

valores, a promoção de atitudes voltadas à resolução de problemas, a alfabetização científica e tecnológica, e a contextualização com enfoque na transformação da realidade, entre outros aspectos. Também enfatizam a necessidade de que essas diretrizes sejam de alta qualidade e transcendam uma abordagem puramente quantitativa de avaliação. Com isso, ressaltam a importância de o Enem não ser limitado a avaliar o conhecimento dos estudantes, mas também desempenhar um papel vital na formação de cidadãos críticos e conscientes.

As observações de Hipólito e Silveira (2011) vão ao encontro de Miranda *et al.* (2011). Os autores, ao analisarem as questões de Química do Enem sob as perspectivas da interdisciplinaridade e da transversalidade, observaram a presença nas questões de Química, com uma ênfase particular no tema do Meio Ambiente e, em menor escala, no tema da Saúde. Segundo Hipólito e Silveira (2011), essas abordagens estavam mais evidentes nas questões de Química do Enem entre 2001 e 2008, e um pouco menos após 2009 com a introdução do “Novo” Enem. Para Hipólito e Silveira (2008), a inclusão de questões transversais e interdisciplinares no Enem tem implicações para o ensino de Química, pois sugere a necessidade de currículos mais abrangentes, que se correlacionem com outras disciplinas e proporcionem aos alunos uma melhor compreensão de temas relevantes para a vida cotidiana. Para os autores, esta abordagem pode ajudar a mobilizar transformações nas práticas escolares, incentivando uma compreensão mais abrangente e aplicada dos conhecimentos químicos.

Nesse sentido, o artigo também destaca a importância da interdisciplinaridade e da transversalidade no ensino de Química, particularmente no contexto de avaliações como o Enem. Ao incorporar temas como Meio Ambiente e Saúde nas questões de Química, o Enem demonstra uma abordagem de ensino que vai além do conhecimento teórico, engajando os alunos em questões práticas e atuais. Isso sugere uma tendência na educação que valoriza a aplicação do conhecimento em contextos reais e interdisciplinares, um aspecto crucial para a formação integral dos estudantes, reconhecendo as implicações que o Enem certamente apresenta na prática docente.

Costa-Beber e Maldaner (2015) também se debruçaram em analisar as questões do Enem que envolvem conceitos químicos com o objetivo de compreender se as provas estão alinhadas com os princípios estabelecidos em documentos oficiais que propõem o exame e avaliar sua eficácia como ferramenta diagnóstica para a área de CN. A pesquisa adotou uma metodologia qualitativa, empregando a Análise Textual Discursiva (ATD) nas respostas de professores e pesquisadores da área de Educação Científica e/ou Química. Os autores investigaram se o Enem, enquanto instrumento de avaliação, vem contribuindo para induzir

mudanças no currículo do Ensino Médio, sobretudo na área de CNT. As análises realizadas por Costa-Beber e Maldaner (2015) revelaram que, embora o Enem tenha evoluído em termos de contextualização, interdisciplinaridade e abordagens cognitivas, ainda existem desafios significativos. Eles observaram que as questões do Enem ainda não contemplam suficientemente algumas características necessárias preconizadas nos documentos oficiais, como a interdisciplinaridade e a abordagem de eixos cognitivos mais complexos.

Um ponto destacado pelos autores é que as questões do Enem tendem a requerer a utilização de conhecimentos científicos e o domínio de linguagens, mas ainda carecem de elementos que promovam uma maior contextualização e interdisciplinaridade, fato também observado no estudo de Miranda *et al.* (2011) e Hipólito e Silveira (2011). Além disso, Costa-Beber e Maldaner (2015) apontam a necessidade de as questões incentivarem mais intensamente o desenvolvimento de habilidades cognitivas complexas, como a construção de argumentação e a elaboração de propostas. Além disso, os autores sugerem que o formato das questões de múltipla escolha pode limitar a avaliação de certos eixos cognitivos, o que indica a necessidade de revisões na estrutura do exame. Dessa forma, os autores exprimem a necessidade do Enem em adotar itens de resposta construída para contemplar habilidades cognitivas superiores, como a criação, na avaliação de CNT. A pesquisa ainda ressalta a importância de que as questões do Enem estejam alinhadas com as orientações curriculares e promovam uma avaliação que contribua efetivamente para a melhoria da qualidade da Educação Básica, especialmente na área de CNT.

Contudo, Costa-Beber e Maldaner contribuíram para o debate a respeito do uso do Enem como ferramenta diagnóstica, destacando que, apesar dos avanços, ainda há um caminho a ser percorrido para que as provas atendam plenamente aos objetivos pedagógicos e curriculares propostos nos documentos oficiais, especialmente no que tange às questões que envolvem conhecimentos químicos.

Nessa linha de contribuições, enfatizamos o trabalho de Cintra *et al.* (2016), que propõem a evolução do Enem, deixando de ser meros instrumentos de avaliação para ferramentas analíticas úteis no entendimento do nível de ensino. Eles destacam especialmente a importância de interpretar os dados de maneira diagnóstica. A pesquisa dos autores destaca a importância do alinhamento entre o Enem e a matriz de referência, ressaltando que os itens do exame devem ser estruturados de acordo com as orientações do Guia de Elaboração e Revisão de Itens do Inep (2010). Este alinhamento visa garantir que os itens reflitam adequadamente o

currículo que norteia o nível de ensino avaliado, permitindo uma avaliação coerente das habilidades e conhecimentos dos estudantes.

Um ponto crítico abordado por Cintra *et al.* (2016) é o potencial das avaliações externas, como o Enem, de influenciar o currículo e a prática docente. Os autores destacam que as avaliações externas, quando possuem consequências significativas para as escolas, podem levar diretores e professores a focar na preparação dos estudantes para os exames, o que pode alterar o currículo mínimo e a ênfase no que é ensinado. A fala dos autores corrobora com discussões já realizadas nesse texto quando mencionamos os estudos de Locco (2005), Zanchet (2007), Maceno (2012). A pesquisa também investigou as exigências cognitivas dos itens do Enem e descobriu que, de 2009 a 2011, a maioria dos itens de Química demandava habilidades cognitivas de níveis mais básicos, como "Lembrar" e "Entender", conforme identificado por Cintra *et al.* (2016). Essa constatação está em consonância com as observações de Costa-Beber e Maldaner (2015), que destacaram a importância de incluir nos itens do Enem demandas cognitivas de ordens superiores. Estes processos cognitivos de baixa demanda tendem a focar em situações e contextos já familiares ao estudante, sem exigir reflexão profunda sobre o processo envolvido.

Por outro lado, os itens de habilidades cognitivas de alta ordem, que representam uma proporção menor nas edições analisadas do Enem, exigem dos estudantes uma reflexão mais aprofundada, análise, síntese, e tomada de decisão em situações-problema geralmente menos familiares (Cintra *et al.*, 2016). Esses itens demandam a combinação de diferentes habilidades e conhecimentos em contextos variados. Contudo, a pesquisa de Cintra *et al.* (2016) aponta que o formato do Enem, composto, exclusivamente, por questões objetivas inviabiliza a inclusão de itens que avaliem a demanda cognitiva mais elevada de "Criar", associada ao conhecimento Metacognitivo, que seria melhor avaliado através de respostas escritas. Essas constatações indicam que, embora o Enem tenha potencial como uma ferramenta diagnóstica, há limitações no seu formato atual que restringem sua capacidade de avaliar plenamente as habilidades cognitivas mais complexas dos estudantes.

Ferry *et al.* (2017), em estudo pedagógico sobre os itens, oferecem uma visão detalhada de como os itens de Química no Enem empregam representações semióticas, tais como fórmulas, equações, notação simbólica e nomenclatura descritiva, e a relevância dessas representações para a avaliação dos estudantes. Os autores justificam a pesquisa pela importância de se avaliar o conhecimento químico tanto no nível macroscópico (fenômenos) quanto no simbólico (linguagem química). Além disso, eles destacam a relevância da

contextualização dos fenômenos químicos nos itens, para relacionar o conhecimento disciplinar com aspectos culturais, sociais e práticos. Além disso, os autores sugerem que avaliações como o Enem podem incentivar o uso de diferentes formas de representação semiótica em Química, potencializando o ensino e a aprendizagem da disciplina. Para eles, a familiaridade com a linguagem simbólica da Química é considerada crucial para a compreensão dos conteúdos abordados. Nesse sentido, os autores enfatizam a necessidade de os estudantes dominarem as representações simbólicas usadas em Química, como fórmulas, equações e nomenclaturas, para compreenderem e resolverem os itens do Enem. Esse é, inclusive, um dos eixos cognitivos apresentados pela Matriz do Enem (Inep, 2009), “Dominar linguagens (DL): fazer uso das linguagens científicas.”. Dos 450 itens analisados pelos autores, 150 (33,3%) foram classificados como conteúdo exclusivo da área de Química. Desses, 85 itens (56,7%) baseiam-se em linguagem simbólica (Ferry *et al.*, 2017). A análise revela que a maioria dos itens de Química exige conhecimento em fórmulas estruturais e equações químicas, geralmente no campo do “Identificar” ou “Reconhecer”, de demanda cognitiva inferior.

Marques e Souza (2021) também oferecem uma visão crítica sobre a inter-relação entre a Taxonomia de Bloom revisada, a matriz de referência do Enem (2009) e a BNCC (2018), com foco especial nos itens de Química. A análise das habilidades da BNCC com base na taxonomia revelou que as dimensões do Conhecimento e da Demanda Cognitiva dos itens do Enem entre 2015 e 2019 mostraram um padrão de exigências cognitivas. Segundo os autores, os níveis mais enfatizados nas questões do Enem foram os verbos "lembrar" e "entender", enquanto a BNCC favoreceu o verbo "analisar", evidenciando uma discrepância na construção das avaliações. Tal como concluíram os autores Costa-Beber e Maldaner (2015), Cintra *et al.* (2016) e Ferry e Ribeiro (2017), Marques e Souza (2021) apontaram que a estrutura atual do Enem, focada em questões objetivas, dificulta a avaliação de habilidades cognitivas superiores como "avaliar" e "criar", que seriam melhor avaliadas por questões discursivas ou práticas. Os autores concluem que há um desalinhamento entre as operações cognitivas esperadas dos alunos no Ensino Médio conforme a BNCC e os itens do Enem, sugerindo a necessidade de reformulação do método de avaliação do Ensino Médio para um alinhamento mais efetivo com as diretrizes curriculares atuais.

Dentro do campo de análise de itens do Enem, destacamos o trabalho de Silva e Catão (2018). Os autores analisaram a contribuição do Enem como uma avaliação diagnóstica, destacando o uso de habilidades específicas na área de Química. O estudo focou em habilidades relacionadas à Competência 7, articuladas ao conteúdo de Química, com especial atenção ao

tema social do Meio Ambiente, escolhido por sua relevância e quantidade significativa de questões nessas edições (2009 - 2017). Silva e Catão (2018) informam que as questões selecionadas foram categorizadas considerando vários fatores, incluindo habilidade, pré-requisitos (conteúdos necessários para resolvê-las), assunto, forma de apresentação dos enunciados, e objetivo da questão. Segundo os autores, os textos informativos ou reportagens foram os formatos mais utilizados nos enunciados, permitindo a articulação de conteúdos químicos com assuntos do dia a dia (contextualização). Para os autores, a habilidade H25 da matriz de referência do Enem, por exemplo, envolve a caracterização de materiais ou substâncias, identificando etapas, rendimentos, e implicações biológicas, sociais, econômicas, ou ambientais de sua obtenção ou produção. Esta habilidade exige dos alunos a capacidade de relacionar as etapas dos processos discutidos com reações químicas e/ou concentrações de produtos e resíduos, bem como a identificação de alternativas para obtenção de novos produtos a partir da leitura do texto. Os autores também apontam que as habilidades como a H26 e a H27 são mais contextuais e complexas. Para eles, a H26 envolve a avaliação de implicações sociais, ambientais e/ou econômicas na produção ou no consumo de recursos energéticos ou minerais, identificando transformações químicas ou de energia envolvidas nesses processos. A H27, por outro lado, foca em avaliar propostas de intervenção no meio ambiente, aplicando conhecimentos químicos e observando riscos ou benefícios.

A análise dos dados dos autores revelou diferenças significativas nas abordagens das habilidades, por exemplo, a H24 é mais técnica e direta, enquanto a H26 e a H27 exigem maior capacidade de reflexão e interpretação do estudante sobre diferentes situações e problemas. Essa característica contextual das últimas habilidades não as torna mais importantes que as demais, pois o Enem busca explorar todos os aspectos referentes a um determinado conteúdo, sejam eles mais específicos (conceituais) ou contextuais (Silva; Catão, 2018). O estudo concluiu que as habilidades mais exploradas nas avaliações do Enem de 2009 a 2017 para o conteúdo de Química facilitam a interpretação e até mesmo a elaboração de questões que podem ser exploradas em sala de aula pelos professores. Para os pesquisadores, é importante compreender as demandas formativas do Enem e relacioná-las de forma prática aos conteúdos das disciplinas no Ensino Médio, capacitando estudantes e professores para articularem essa proposta de forma contextual e interdisciplinar, avaliando os diferentes conhecimentos por meio de competências e habilidades.

Stadleri *et al.* (2019) também examinaram as questões de Química das avaliações do Enem de 2009 a 2014, no entanto, com o objetivo de identificar elementos que permitam uma

abordagem sociocientífica em sala de aula. Esta abordagem integra o conteúdo científico com questões de relevância social, alinhando-se com os PCN e a BNCC e contribuindo para a formação cidadã dos alunos. O objetivo do estudo desses autores foi o de explorar a presença e a integração de elementos da abordagem sociocientífica (ASC) nas questões de Química do Enem, avaliando como podem ser incorporados ao conteúdo científico e abordados em sala de aula. Por meio de uma análise de conteúdo detalhada das questões, os autores constataram que somente 29% delas incluíam os elementos necessários para facilitar uma abordagem sociocientífica. Os achados de Stadleri *et al.* (2019) indicam que, apesar de uma proporção relativamente baixa de questões com características de ASC, a presença dessas questões abre a possibilidade para que os professores adotem uma metodologia de ensino que englobe essa abordagem. As questões de Química do Enem que permitem discussões sociocientíficas representam um recurso pedagógico valioso para professores interessados em um ensino mais contextualizado e socialmente relevante.

Além disso, Stadleri *et al.* (2019) enfatizam que as questões do Enem com potencial para abordagens sociocientíficas poderiam ser aproveitadas de forma eficaz pelos professores para a promoção de uma aprendizagem que interliga o conhecimento científico com discussões de natureza social, política, econômica, ética e cultural. Eles concluem que, embora a abordagem sociocientífica seja pouco frequente nas questões do Enem, sua utilização pode enriquecer o processo de ensino e de aprendizagem, contribuindo para a formação de cidadãos mais informados e críticos. Este estudo sublinha a importância de integrar discussões sociocientíficas no Ensino de Química, mostrando como as questões do Enem podem ser um recurso didático eficiente para esse fim. Segundo os autores, apesar das limitações, o Enem possui um potencial significativo para influenciar positivamente as práticas pedagógicas, favorecendo um ensino mais alinhado com questões sociais.

Nesse sentido, Cunha (2021) analisou as questões de CNT do Enem da edição de 2019 avaliando a presença e o tratamento da noção de cidadania. O estudo se baseia nas categorias de letramento científico propostas por Shen (1975) (prático, cívico e cultural) e nas visões conflitantes de letramento científico apontadas por Roberts (2007). O autor destaca a importância da noção de cidadania no ensino de Ciências, especialmente no contexto da abordagem CTS e revela que a maioria das questões de Ciências da Natureza do Enem de 2019 possui um enfoque secundário nesse tema. Apenas algumas questões envolviam letramento prático ou cívico em ciência, sugerindo que o enfoque predominante é no letramento cultural, focado na ciência em si do que em temas sociais. Sendo assim, o autor sugere que, embora o

Enem tenha o potencial de influenciar positivamente o Ensino de Ciências no Brasil, a abordagem limitada na noção de cidadania nas questões de CNT do Enem pode não estar contribuindo de forma efetiva para a compreensão na formação de cidadãos conscientes e capazes de aplicar conhecimentos científicos em situações cotidianas e decisões sociais. Logo, para o autor, há uma necessidade de reavaliar e, possivelmente, reformular as questões de CNT do Enem para incorporar, de forma mais relevante, a noção de cidadania, alinhando-se, assim, aos objetivos educacionais mais amplos de letramento científico e formação cidadã. Diante disso, este estudo fornece uma visão crítica sobre a abordagem da Ciência no Enem, em que as situações-problema apresentem desafios sociais e ambientais contemporâneos.

Finalizando o conjunto de artigos que manipulam as avaliações do Enem para prover discussões na literatura sobre o Ensino de Ciências, alguns deles especificamente, sobre o Ensino de Química, refletiremos sobre o de Almeida (2023), que explora como os itens do Enem podem ser usados pedagogicamente no âmbito da Educação Ambiental (EA). Esse estudo se baseia em pesquisa documental que inclui legislação e aspectos educacionais da EA e do Enem. O artigo discute a integração da Educação Ambiental nos itens de CNT do Enem, argumentando que eles podem ser usados efetivamente na prática da EA nas escolas. Observa-se que a Educação Ambiental e os itens do Enem podem ser combinados de forma pedagógica, promovendo a interação entre estudantes e professores na sala de aula (Almeida, 2023). A análise pedagógica realizada por Almeida (2023) revela que, apesar de não existirem tendências dominantes ou discursos hegemônicos em EA nos itens do Enem, eles podem estimular debates sobre educação ambiental no contexto escolar. O artigo não identifica uma abordagem maciça em relação à EA nos itens analisados, mas conclui que eles têm o potencial de fomentar discussões significativas sobre o assunto em ambientes escolares. Essa análise sugere que, mesmo que os itens do Enem não abordem diretamente ou extensivamente a EA, eles oferecem oportunidades para trazer à tona discussões ambientais relevantes no contexto educacional. Portanto, professores podem utilizá-los como ferramentas para integrar conceitos de EA em suas práticas pedagógicas, incentivando os alunos a refletir sobre questões ambientais de uma forma mais contextualizada e significativa.

Torna-se evidente, portanto, que a análise dos itens do Enem, especificamente em Química, em perspectiva qualitativa, reflete uma diversidade de abordagens e implicações para o ensino. A riqueza de dados e interpretações encontradas nas pesquisas apresentadas nos artigos discutidos aponta para uma realidade multifacetada da qualidade da Educação Científica no contexto brasileiro.

Miranda *et al.* (2011) e Stadleri *et al.* (2019), por exemplo, ressaltam a importância da contextualização e da interdisciplinaridade nas questões do Enem, apontando para a necessidade de um ensino que vá além do conhecimento teórico e se conecte com as realidades sociais e ambientais dos estudantes. A interdisciplinaridade, embora presente, ainda carece de uma exploração mais aprofundada nas provas do Enem, o que sugere uma oportunidade para os professores ampliarem suas práticas pedagógicas.

Por outro lado, Hipólito e Silveira (2011) e Almeida (2023) exploram as possibilidades de integração das questões do Enem em contextos educacionais mais amplos, como a educação ambiental, destacando o potencial desses itens para fomentar discussões significativas em sala de aula. Isso reforça a ideia de que o Enem pode ser um recurso valioso para professores que buscam promover um aprendizado contextualizado e relevante.

As análises de Costa-Beber e Maldaner (2015) e Cintra *et al.* (2016) revelam que, apesar dos avanços no Enem, ainda há desafios a serem superados, especialmente no que diz respeito à integração de habilidades cognitivas mais complexas e à promoção de uma abordagem mais holística do conhecimento científico. Essas observações apontam para a necessidade de uma constante revisão e adaptação do Enem para garantir que ele atenda aos objetivos educacionais contemporâneos.

Marques e Souza (2021), por sua vez, destacam a discrepância entre a Taxonomia de Bloom Revisada e a Matriz de Referência do Enem, indicando um possível desalinhamento entre as expectativas curriculares e o que é avaliado pelo exame. Isso sugere a necessidade de alinhar de forma mais prática os métodos de avaliação do Enem às diretrizes curriculares atuais.

Esta seção enfatizou a complexidade e a riqueza do Enem como ferramenta diagnóstica e pedagógica. Destaca-se a importância de abordagens educacionais que integrem conhecimento científico, habilidades cognitivas avançadas e discussões sociocientíficas, contribuindo para a formação de cidadãos críticos e conscientes. Ao mesmo tempo, sublinha a necessidade de os educadores e formuladores de políticas continuarem a revisar e adaptar o Enem e suas práticas associadas para garantir que ele permaneça relevante e eficaz no cenário educacional em constante mudança.

Na próxima seção, examinaremos a maneira como os educadores, pesquisadores e formuladores de políticas educacionais utilizam as informações quantitativas disponíveis para avaliar e aprimorar práticas pedagógicas e currículos escolares, destacando a relevância dos dados do Enem como uma ferramenta para análise diagnóstica e tomada de decisões conscientes no campo da educação.

5.2.5 Apropriação dos resultados do Enem ou uso dos dados estatísticos do Enem para finalidade diagnóstica

Fachinetto (2016) aborda um estudo focado na equivalência do Enem de 2012, particularmente na avaliação de alunos provenientes do ensino regular e da Educação de Jovens e Adultos (EJA), utilizando a análise da função diferencial de item (DIF) — procedimento que permite verificar se um item do teste apresenta comportamentos diferenciados entre grupos, mesmo com igual nível de habilidade — na área de Ciências da Natureza (CNT). A pesquisadora justifica o uso do Enem, por ser um exame de caráter voluntário no final da Educação Básica, que desempenha múltiplas funções, como autoavaliação dos estudantes. A pesquisa — que ocorreu quando o Enem ainda era utilizado como a certificação para a conclusão do Ensino Médio e seleção para o Ensino Superior — destacou a crescente diversidade do público e questionou a equidade do exame, considerando que o exame avalia, por meio de um teste padronizado, grupos com características distintas e desiguais.

A análise do DIF foi dividida em duas etapas, aplicadas a 45 itens do teste de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Fachinetto, 2016). Utilizando as respostas dos alunos, construíram-se CCIs e as diferenças foram comparadas. Na primeira etapa, a análise empírica do DIF identificou dois itens com funcionamento diferencial. Na segunda etapa, focada na análise de probabilidades esperadas, nenhum item atingiu os critérios mínimos definidos para o DIF, embora os mesmos dois itens tenham mostrado maior tendência ao DIF. Com base na análise da pesquisadora, foi sugerido que o viés desses itens poderia estar relacionado à baixa familiaridade dos estudantes com os temas abordados ou às ênfases curriculares específicas desses temas, sugerindo a necessidade de uma investigação mais aprofundada no campo pedagógico.

Nesse sentido, a dissertação de Fachinetto (2016) traz uma contribuição valiosa para a compreensão da equidade e eficácia do Enem, especialmente ao considerar a diversidade de seu público, incluindo alunos do ensino regular e da EJA. Ao utilizar a análise do DIF na área de CNT, Fachinetto (2016) destaca a complexidade de avaliar grupos com trajetórias educacionais diversas por meio de um teste padronizado. A pesquisa revelou que, embora dois itens tenham indicado um possível funcionamento diferencial, a análise estatística não foi conclusiva para confirmar o DIF, sugerindo que fatores pedagógicos, como a familiaridade dos alunos com os conteúdos ou as ênfases curriculares, podem influenciar os resultados.

Continuando nessa linha de investigação, Marcom e Kleinke (2017) problematizaram a influência do gênero e do status socioeconômico no desempenho dos candidatos na área de CNT do Enem de 2014. Eles buscaram compreender como essas variáveis sociodemográficas poderiam afetar a equidade na avaliação, contribuindo para um entendimento mais amplo dos desafios envolvidos na construção de um exame que atenda adequadamente a diversidade de seu público. Neste estudo, Marcom e Kleinke (2017) elucidam que, em situações onde o conjunto de dados sob análise pode ser segmentado em dois grupos distintos, a diferença entre as notas desses grupos é medida pela distância estatística de Cohen (d de Cohen). Esse parâmetro é frequentemente utilizado em contextos psicométricos e em avaliações de desempenho para comparar resultados em diversos exames ou testes. A distância de Cohen serve como um indicador quantitativo para avaliar a magnitude das diferenças entre os grupos, proporcionando uma base estatística para interpretações e comparações mais precisas em estudos de desempenho educacional.

Com base nos resultados, o estudo indica que existe uma diferença estatisticamente significativa no desempenho entre candidatos de gêneros diferentes, favorecendo os do sexo masculino. Esta diferença, contudo, diminui à medida a condição socioeconômica dos candidatos aumenta, sugerindo que fatores econômicos impactam no desempenho entre os grupos de sexos distintos. O artigo ressalta a importância do status socioeconômico no desempenho dos candidatos. Ademais, na análise do perfil geral dos candidatos, Marcom e Kleinke (2017) observaram que as mulheres representam 60% do total de estudantes que prestam o Enem. Esse dado sugere um interesse mais acentuado pelo Ensino Superior entre as mulheres, indicando possíveis diferenças nas expectativas de vida e nas aspirações educacionais entre os gêneros. Sendo assim, os autores sugerem que essas desigualdades podem estar associadas a distintos fatores de ordem histórica e cultural, indicando a necessidade de mais pesquisas e discussões sobre o tema para romper com essas distinções.

Seguindo essa linha de investigação, Vizzotto (2023) apresenta uma análise abrangente das questões de Química do Enem ao longo de um período de onze anos, com o objetivo de avaliar a qualidade psicométrica desses itens. Para isso, o autor empregou indicadores psicométricos para classificar as questões de Química nas categorias de qualidade: boa, duvidosa e ruim. Esses indicadores incluem a dificuldade do item, a discriminação, a confiabilidade (coeficiente Alfa de Cronbach), a correlação item-total, entre outros. A análise de Vizzotto (2023) revelou que uma porcentagem significativa das questões de Química (84,52%) foi considerada não adequada para medir o que se propõe, com base nos critérios

psicométricos adotados. Esse resultado é preocupante, pois sugere que a maioria das questões de Química do Enem não atende aos padrões de qualidade psicométrica desejados. Ou seja, grande parte dos itens de Química são muito difíceis e não medem o conhecimento da disciplina entre os os alunos que concluem o Ensino Básico.

Ao contrastar esses dados com as observações de Costa-Beber e Maldaner (2015), Cintra *et al.* (2016) e Marques e Souza (2021), que analisaram qualitativamente os verbos na Taxonomia de Bloom e identificaram uma predominância de demanda cognitiva de ordem inferior nas avaliações do Enem, torna-se evidente a necessidade de uma reavaliação no ensino de Ciências, especialmente no que diz respeito ao ensino de Química na Educação Básica. No entanto, Vizzotto (2023) sugere que é necessário um exame mais detalhado e uma revisão pedagógica das questões de Química do Enem para garantir que elas sejam capazes de avaliar de forma adequada e justa o conhecimento dos estudantes nessa disciplina. Por fim, o autor recomenda investigações futuras para replicar e expandir esses resultados, além de avaliar qualitativamente os itens. Paralelamente, este artigo sublinha a importância de avaliações contínuas da qualidade psicométrica das questões em exames de grande escala, como o Enem, abordando tanto perspectivas qualitativas quanto quantitativas, para assegurar que estes exames cumpram efetiva e justamente seu papel na avaliação educacional.

Com base nos últimos trabalhos apresentados, ressalta-se um aspecto crucial: a análise estatística isolada não é suficiente para avaliar completamente a equidade e a validade de um exame como o Enem. Enquanto as ferramentas estatísticas oferecem indicadores importantes sobre o desempenho dos alunos e o funcionamento dos itens, elas precisam ser complementadas por uma compreensão mais profunda dos contextos educacionais, das experiências dos alunos e das nuances curriculares. Isso sugere a necessidade de uma abordagem holística na avaliação educacional, que integre análises quantitativas com investigações pedagógicas. Tal abordagem permitiria não apenas identificar disparidades e vieses nos itens de teste, mas também compreender suas causas subjacentes e, conseqüentemente, melhorar a qualidade e a equidade das avaliações. Dessa forma, estudos que combinam análises estatísticas com enfoques pedagógicos oferecem uma visão mais ampla e aprofundada sobre as temáticas abordadas, como demonstrado no artigo de Machado *et al.* (2018). Neste trabalho, as autoras exploraram o Enem sob a ótica de uma ferramenta diagnóstica, concentrando-se especificamente na Química Orgânica. Ao integrar métodos estatísticos e pedagógicos, o estudo proporciona uma compreensão s holística sobre como os conceitos de Química Orgânica são avaliados no Enem, destacando a relevância desse exame como um meio eficaz para diagnosticar e entender o

ensino e aprendizado de temas científicos específicos. O estudo demonstrou, por exemplo, que os itens de Química do Enem entre 2009 e 2014, encontrando que 29% dos itens exigiam conhecimentos de Química Orgânica. O objetivo dos autores foi o de examinar os conceitos e habilidades avaliados em cada item, relacionando-os a dados estatísticos derivados da CCI. O estudo levantou preocupações sobre se a ocorrência desses itens poderia favorecer respondentes de determinados sistemas educacionais, especialmente considerando que a Química Orgânica é frequentemente ensinada no final do ciclo educacional em escolas públicas.

Com base na metodologia, os autores realizaram uma pesquisa qualitativa, baseando-se na produção quantitativa de dados, promovendo uma triangulação das informações para ampliar o entendimento sobre os itens de Química Orgânica. Esse procedimento metodológico se aproxima da tese em questão. Para realizar a triangulação, Machado *et al.* (2018) selecionaram 83 itens relacionados à Química, dos quais 24 (cerca de 29%) avaliavam conhecimentos diretamente ou indiretamente ligados à Química Orgânica. Segundo os autores, esses itens foram classificados em quatro categorias, com base no conhecimento necessário para resolver os problemas propostos, sendo elas: Propriedades dos Compostos Orgânicos, Funções Orgânicas, Isomeria, Reações Orgânicas (Solomons; Fryhle, 2012) ou Associação de Conceitos.

A análise das habilidades revelou que, das 30 habilidades da área de Ciências da Natureza, nove foram avaliadas em itens que envolviam conhecimentos de Química Orgânica, com 90% das habilidades avaliadas relacionadas a apenas duas das oito competências da área. As habilidades mais prevalentes foram a H24 e a H25, que se concentram na utilização de códigos e nomenclatura para a caracterização de materiais ou transformações químicas e a identificação de etapas, rendimentos ou implicações na obtenção de produtos. Notavelmente, quase 50% dos itens analisados por Machado *et al.* (2018) correspondiam a processos com demandas cognitivas de baixa ordem, como “lembrar”, “entender” e “aplicar”, sem necessidade de reflexão profunda sobre o processo envolvido.

Para isso, os autores analisaram os dados estatísticos fornecidos pela base de dados do Inep e, pela CCI, observaram o comportamento das respostas para o item 58 da prova azul do Enem de 2014. A curva característica deste item mostrou que todas as alternativas foram escolhidas de maneira equilibrada (com uma proporção inferior a 30%) pelos candidatos com proficiência abaixo de 550, indicando que nenhuma alternativa se destacou como particularmente atraente. Para os candidatos com proficiência próxima de 600, as alternativas “C” e “D” se mostraram mais atrativas do que a resposta correta “B”. Esse padrão pode ser

atribuído ao fato de que essas alternativas, embora incorretas, correspondem parcialmente ao conteúdo do item, ao apresentarem moléculas com características polares, mas falham em cumprir outro critério essencial para a formação das micelas, que é a presença de uma parte apolar. De acordo com a análise dos autores em Andrade *et al.* (2000) baseada em uma taxa de acerto de 65%, somente candidatos com uma proficiência em torno de 715 teriam a probabilidade de acertar a questão.

Nesse contexto, o estudo de Machado *et al.* (2018) destaca a importância de uma análise mista, abrangendo tanto aspectos estatísticos quanto pedagógicos, ao abordar a questão da congruência entre os conteúdos de Química Orgânica ensinados em escolas públicas e aqueles avaliados pelo Enem. Eles apontam para a possibilidade de que a extensão do currículo e a limitação do tempo de aula possam resultar em uma cobertura insuficiente desse tópico crucial, evidenciando uma potencial desconexão entre o ensino e a avaliação.

Alinhando-se a essa abordagem, a dissertação de Spazziani (2019), representa outra aplicação prática da análise mista no contexto do Enem, com um enfoque na Física. Spazziani (2019) adota uma perspectiva inovadora ao utilizar os resultados do Enem para desenvolver devolutivas pedagógicas na área de Ciências da Natureza propondo possibilidades de caminhos cognitivos realizados pelos estudantes para responder alternativas corretas e erradas. Sendo assim, essa pesquisa vai além da simples análise estatística, integrando-a com uma avaliação pedagógica das escolhas feitas pelos candidatos nos itens de Física. Isso ilustra a aplicabilidade prática dos resultados do Enem na melhoria das práticas de ensino, demonstrando como a análise de dados pode ser transformada em dados pedagógicos valiosos para educadores e formuladores de políticas educacionais.

O objetivo central da pesquisa de Spazziani (2019) foi entender como o desempenho dos estudantes do Ensino Médio é afetado pelas condições socioeconômicas e de que forma esses resultados podem ser estruturados em devolutivas pedagógicas. Essas devolutivas são apresentadas aos professores como uma ferramenta que promove reflexão sobre a prática docente. Para isso, a autora analisou os microdados do Enem, focando nas questões de Física dos anos de 2014 e 2015. Ele classificou os candidatos de acordo com um índice socioeconômico e relacionou essa informação com o desempenho nas questões de Física, buscando compreender as influências socioeconômicas no aprendizado dos alunos. Por mais que a pesquisa tenha realizado uma triangulação entre abordagens qualitativas e quantitativas, um dos pontos cruciais da pesquisa consiste na análise das devolutivas pedagógicas. Após a análise dos dados, as informações foram organizadas em devolutivas e apresentadas a um grupo

de professores de Física. Foram realizadas entrevistas com esses professores para compreender seus entendimentos sobre o exame, a percepção sobre a relação de seus alunos com a prova, e como as devolutivas poderiam ser utilizadas como ferramentas de ensino.

Os resultados da pesquisa indicam que o contexto socioeconômico influencia significativamente o desempenho dos estudantes, afetando atitudes frente à escola, ao exame e aos conteúdos de Física. Além disso, foi constatado que as devolutivas pedagógicas são ferramentas de ensino eficazes, desde que sejam acessíveis aos professores e possam ser interpretadas corretamente. Em suma, a pesquisa de Spazziani contribui significativamente para a compreensão dos resultados do Enem, pois se apropria dos instrumentos como recurso de avaliação somativa que podem ser utilizados para além da seleção para o Ensino Superior. Ela propõe uma abordagem que estimula a reflexão dos professores de CNT para a melhoria de suas suas práticas pedagógicas com base em dados concretos do desempenho dos alunos no Enem. Isso abre um novo caminho para a utilização das avaliações externas como ferramentas pedagógicas, contribuindo para uma educação mais contextualizada e eficaz.

Em consonância a essa linha de investigação, Marques e Cintra (2019) ampliam a perspectiva sobre o uso do Enem como uma ferramenta de avaliação diagnóstica. O foco específico desse estudo é a análise gráfica dos instrumentos de avaliação, que viabilizou uma avaliação estatística e pedagógica detalhada dos itens que utilizam linguagem não verbal no Enem de 2015. Ao analisar a estrutura gráfica e numérica, bem como o nível de processamento da informação requerido pelos itens, o estudo fornece um entendimento mais profundo sobre como as características gráficas influenciam o nível de dificuldade das questões. Através das curvas características dos itens e das taxas de acerto obtidas, o estudo ilustra como a combinação de diferentes linguagens pode variar a complexidade das questões, oferecendo, assim, informações cruciais para o aprimoramento das práticas pedagógicas e da elaboração de itens de avaliação.

Marques e Cintra (2019) reforçam que o Enem foi elaborado para avaliar competências e habilidades essenciais dos estudantes e é composto por questões de múltipla escolha baseadas em uma Matriz de Referência que inclui 30 habilidades, sendo, algumas dessas habilidades de aspecto cognitivo no campo de “identificar”, “reconhecer” e “analisar” informações obtidas a partir da leitura de gráficos e tabelas. A pesquisa utilizou a TCT e a TRI para a análise estatística dos itens. A TCT é baseada na análise da dificuldade e discriminação dos itens, enquanto a TRI permite comparar indivíduos submetidos a provas diferentes, oferecendo uma medida confiável na escala de habilidade do indivíduo. No que diz respeito à linguagem gráfica, Marques e Cintra

(2019) observaram que a leitura de gráficos, infográficos e tabelas exige habilidades específicas, levando em conta a estrutura do gráfico e o contexto no qual ele está inserido. A complexidade da imagem e as variáveis presentes nos gráficos influenciam diretamente na leitura e interpretação.

O estudo propôs avaliar os níveis de complexidade dos itens gráficos do Enem 2015, buscando correlações entre esses níveis, os resultados estatísticos da Análise Gráfica dos Itens (AGI) e o desempenho dos estudantes. Foi realizada uma análise documental dos itens que apresentaram imagens, classificando-os de acordo com suas estruturas gráfica e numérica, além do nível de processamento, atribuindo valores a essas classificações com base em sua complexidade. Sendo assim, Marques e Cintra (2019) classificaram os itens em três níveis de dificuldade (ND1, ND2, ND3), com o ND3 associado a características de alta complexidade, o ND2 características de complexidade intermediária, e o ND1 características de menor complexidade. As autoras informaram que a análise dos dados estatísticos foi feita com base nos microdados do Inep e nas proporções empíricas de respostas para cada alternativa do item, considerando intervalos de proficiência predefinidos.

Os resultados do estudo de Marques e Cintra (2019) destacaram a importância da alfabetização gráfica, pois a análise de situações-problema mais complexas envolvendo a linguagem gráfica exige do candidato a interpretação das representações além da leitura superficial da imagem. Foi observada uma relação indireta entre os ND e a proporção de acertos, indicando que, quanto maior o ND, menor a proporção de acertos. Além disso, foi constatada uma grande discrepância nas proporções de acertos entre respondentes de escolas privadas e federais (maior desempenho) em comparação com escolas municipais e estaduais (menor desempenho), criando um alerta sobre a influência de condições socioeconômicas na discussão de gráficos na sala de aula.

Ainda na mesma temática, Carvalho e Afonso (2020) complementam as descobertas de Marques e Cintra (2019), oferecendo uma perspectiva prática para os professores. Este estudo se debruça sobre uma análise minuciosa das sentenças descritoras dos itens de Química do Enem de 2016 e 2017. A ideia central é explorar como o entendimento das sentenças descritoras oriundas dos itens do Enem pode ser uma ferramenta valiosa para os professores de Química no Ensino Médio. Ao identificar essas sentenças, os professores podem compreender as dificuldades enfrentadas pelos alunos e, consequentemente, desenvolver estratégias didáticas mais direcionadas e eficazes. Esse enfoque visa uma aplicação mais consciente e adaptada dos

resultados do Enem no contexto escolar, alinhando as práticas pedagógicas às necessidades reais dos estudantes e potencializando o processo de ensino e de aprendizagem.

O estudo de Carvalho e Afonso (2020) envolveu a identificação das habilidades específicas em Química avaliadas em cada item, bem como o ponto de ancoragem, e o parâmetro de dificuldade da TRI, que é um indicador de complexidade do item na escala de proficiência. A análise pedagógica incluiu a descrição detalhada das habilidades, utilizando a Taxonomia de Bloom Revisada (Anderson *et al.*, 2000), para fornecer uma compreensão mais clara do que se espera dos estudantes. Carvalho e Afonso (2020) identificaram que certos tópicos de Química, como “Equilíbrio Químico”, são particularmente complexos para os alunos. Por outro lado, constatou-se que as habilidades associadas ao conhecimento de “materiais, suas propriedades e usos” tiveram um desempenho mais satisfatório. Isso sugere que o sucesso dos estudantes em determinadas áreas pode estar ligado a sua familiaridade com os conteúdos abordados desde o Ensino Fundamental. Em outras palavras, a exposição prolongada a certos temas permite um desenvolvimento cognitivo mais aprofundado, diferentemente de outros conteúdos que são introduzidos especificamente no Ensino Médio.

Nesse sentido, Carvalho e Afonso (2020) propõem a criação de um Mapa de Itens, fundamentado nas análises pedagógicas das sentenças descritoras e nos microdados do Inep referentes aos itens do Enem. Esse mapa seria uma ferramenta eficaz de acompanhamento e forneceria indicativos sobre a complexidade dos conteúdos para os educadores de Química. Sua utilização seria crucial para diagnosticar as áreas de dificuldade dos alunos, orientando, assim, o planejamento pedagógico. Além disso, esse mapa auxiliaria na formulação de estratégias didáticas e na adaptação dos currículos, visando aprimorar o processo de ensino e aprendizagem. Este artigo fornece uma perspectiva importante sobre o uso de dados de avaliações de larga escala, como o Enem, para informar e melhorar as práticas de ensino, especialmente em disciplinas desafiadoras como a Química.

Carvalho e Afonso (2023) também se valeram da análise mista em um item específico do Enem relacionado a cálculos químicos, mobilizando os parâmetros da TRI, as bisseriais da TCT, a interpretação da CCI, as análises pedagógicas da sentença descritora e os possíveis caminhos cognitivos pensados para cada alternativa de resposta. O objetivo dos autores é de investigar a cognição dos estudantes ao resolver um item específico do Enem da edição de 2015 relacionado a cálculos químicos. A partir desse estudo, forneceram informações sobre as dificuldades enfrentadas pelos alunos em conceitos fundamentais da Química, como nomenclatura de compostos e cálculo de massas molares. Os autores observaram que estudantes

com alta proficiência na área de CNT no Enem frequentemente direcionavam suas escolhas para alternativas incorretas. Esta tendência indica desafios significativos na compreensão de conceitos fundamentais da Química. A pesquisa revelou que as dificuldades enfrentadas pelos estudantes não se restringiam apenas ao domínio de conhecimentos específicos, mas, também, se estendiam à aplicação de conceitos em situações práticas (conhecimento procedimental). Notavelmente, até mesmo estudantes considerados proficientes optaram por respostas equivocadas, o que aponta para deficiências no entendimento conceitual e na habilidade de realização de cálculos estequiométricos apropriados. Esse achado sugere a necessidade de uma atenção maior ao ensino de conceitos básicos e na prática de aplicar esses conceitos em contextos reais, de modo a reforçar a compreensão e as habilidades dos estudantes em áreas críticas do currículo de CNT.

Quanto às repercussões no ensino de Química, as informações coletadas por Carvalho e Afonso (2023) fornecem esclarecimento para converter os erros dos estudantes em ajustes pedagógicos. Esses dados podem ser utilizados por educadores para abordar de maneira eficaz os desafios identificados em sala de aula. Além disso, os resultados destacam a importância de haver concentração somente na execução de cálculos, mas, também, na aplicação prática dos conceitos teóricos subjacentes. Essa abordagem dual, que engloba tanto a teoria quanto a prática, é fundamental para uma compreensão mais aprofundada e integrada da Química, incentivando os alunos a desenvolverem habilidades que transcendem a memorização e se estendem à aplicação real de conceitos em diversos contextos.

Os autores enfatizam, em suas conclusões, que a análise aprofundada da TRI e das respostas dos estudantes sublinha a importância de se adotar estratégias pedagógicas mais eficazes no ensino de Química. Eles destacam a necessidade crítica de integrar operações matemáticas ao conhecimento específico da Química, visando uma compreensão mais abrangente e prática dos conceitos. Além disso, os resultados do estudo ressaltam a importância de se desenvolver estratégias educacionais variadas, adaptadas para atender às diferentes necessidades dos estudantes. Essa abordagem crítica da apropriação dos resultados e integrada à prática docente é vista como chave para melhorar o ensino de Química, tornando-o mais eficiente e eficaz em alcançar uma aprendizagem significativa e aplicável.

As investigações recentes destacam o Enem como um instrumento primordial para a pesquisa científica, enfatizando seu potencial significativo como ferramenta diagnóstica na área de CNT, especialmente, em Química. Essas pesquisas ressaltam a relevância do Enem não apenas como meio de avaliação educacional, mas também como uma valiosa fonte de dados

para análises profundas e diagnósticos precisos em diversos aspectos do ensino de CNT. Isso sublinha a importância de utilizar os resultados do Enem para obter informações mais detalhadas sobre o estado atual e as potenciais áreas de melhoria no Ensino de Química, baseando-nos nesse entendimento, no capítulo seguinte, apresentaremos a metodologia adotada nesta pesquisa. O objetivo deste capítulo é apresentar de forma detalhada as técnicas e processos utilizados para conduzir nosso estudo, enfatizando como cada escolha metodológica contribui para o alcance dos objetivos propostos.

6 PERCURSO METODOLÓGICO

O percurso metodológico desta tese é orientado pela questão de pesquisa central: Como a apropriação das métricas da Teoria de Resposta ao Item das avaliações de grande escala, como o Enem, e as percepções dos professores de Química sobre essas avaliações podem influenciar a qualidade e a abordagem do ensino de Química para alunos concluintes do Ensino Médio no Brasil? Esse questionamento guia a nossa investigação em busca de compreender as interconexões entre as métricas de avaliação de grande escala e a prática pedagógica no ensino de Química, focando tanto no impacto desse tipo de avaliação na educação quanto na resposta dos educadores a estas ferramentas.

Na elaboração de uma interpretação pedagógica robusta e abrangente, tornou-se indispensável a fusão de abordagens quantitativas e qualitativas para responder essa questão de pesquisa. Esta integração é fundamental para capturar a complexidade e a multifacetada natureza deste estudo. Em vez de nos restringirmos a um único método de estudo, optamos pela estratégia da triangulação, também conhecida como métodos mistos. Esses métodos, conforme descritos por Creswell e Clark (2015), são caracterizados pela combinação de dois procedimentos metodológicos distintos:

o pesquisador coleta e analisa de modo persuasivo e rigoroso tanto os dados qualitativos quanto os quantitativos (tendo por base as questões de pesquisa); mistura (ou integra ou vincula) as duas formas de dados concomitantemente, combinando-os (ou misturando-os) de modo sequencial, fazendo um construir o outro ou incorporando um no outro; dá prioridade a uma ou a ambas as formas de dados (em termos do que a pesquisa enfatiza); usa esses procedimentos em um único estudo ou em múltiplas fases de um programa de estudo; estrutura esses procedimentos de acordo com visões de mundo filosóficas e lentes teóricas; e combina os procedimentos em projetos de pesquisa específicos que direcionam o plano para a condução do estudo (Creswell; Clark, 2015, p. 22).

Essa abordagem permite uma análise mais rica e diversificada, pois combina e equilibra as forças de ambos os métodos quantitativos e qualitativos. A escolha pelos métodos mistos em nosso estudo foi guiada pela intenção de explorar as múltiplas facetas e profundidades de um fenômeno educacional, não se limitando apenas à validade ou confluência dos resultados, mas buscando uma compreensão holística e diversificada do objeto de pesquisa. Dessa forma, o presente estudo foi estruturado em dois atos metodológicos distintos para uma análise aprofundada e integrada. O primeiro ato consistiu na realização de entrevistas semiestruturadas com professores de Química. Esta abordagem nos permitiu conhecer as percepções e

experiências pessoais dos educadores sobre suas práticas docentes e o impacto das avaliações externas em suas metodologias de ensino.

O segundo ato centrou-se no tratamento da base de dados do Enem, disponibilizada pelo Inep. Este processo de análise de dados foi complementado pela aplicação da integração entre a análise pedagógica ou teórica e a empírica ou estatística, conforme Pasquali (2023). Essa fase do estudo foi realizada em colaboração com os professores que participaram do curso de extensão oferecido pelo autor desta tese, visando uma interpretação prática e relevante dos dados, considerando o caminho cognitivo dos alunos em um contexto educacional experimentado em suas práticas (Spazziani, 2019).

Essa abordagem bifásica permitiu não apenas uma compreensão teórica das métricas de avaliação do Enem, mas, também, proporcionou uma análise prática sobre como essas métricas são interpretadas e utilizadas pelos professores no aprimoramento de suas práticas pedagógicas. O Quadro 5 detalha esses atos.

Quadro 5 - Atos e etapas desenvolvidos durante a pesquisa

Momento	Atividade	Detalhamento
Ato 1	Levantamento das concepções dos professores sobre as avaliações externas e o modo como influenciam sua prática em sala de aula.	Etapa 1: Entrevista semiestruturada seguida de análise sobre a percepção e apropriação das avaliações externas, com foco no Enem, sobre a prática em sala de aula.
Ato 2	Base de dados do Enem e a aplicação da apropriação de resultados dessa avaliação com professores de Química.	Etapa 1: Tratamento da base de dados do Enem, abrangendo os anos de 2013 a 2017. Esta etapa inclui a seleção de variáveis relevantes e a tabulação de dados estatísticos. Etapa 2: Seleção dos itens da prova de Ciências da Natureza e Suas tecnologias que avaliaram conteúdos de Química das edições de 2013 a 2017 do Enem, com bom e baixo parâmetro “b”, segundo a TRI.

(continua)

(continuação)

Ato 3	Base de dados do Enem.	Etapa 3: Esses dados de 2013 a 2017 serão especificamente selecionados e analisados para discussão com professores de Química participantes do curso de extensão sobre como as métricas do Enem são percebidas e aplicadas no contexto da educação em Química. Atividade 1: Avaliação de uma atividade de análise pedagógica de itens das edições de 2014 e 2015 em conjunto. Atividade 2: Avaliação de uma atividade de análise pedagógica de itens das edições de 2016 e 2017 individual. Etapa 4: Para fornecer uma visão abrangente do cenário das Ciências no Brasil, utilizaremos trataremos dados da proficiência média e os desvios-padrão das edições do Enem de 2014 a 2022. Utilizamos a variáveis de dados sobre a proficiência dos estudantes para compreender a aprendizagem de Ciências por localização por estado, gênero (masculino e feminino), cor (amarelo, pardo, preto, branco, indígena e não declarado), tipo de escola (pública ou privada) e deficiência (surdo e cego) no período de 2014 a 2022.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

6.1 ATO 1 - LEVANTAMENTO DAS CONCEPÇÕES DOS PROFESSORES SOBRE AS AVALIAÇÕES EXTERNAS E O MODO COMO INFLUENCIAM SUA PRÁTICA EM SALA DE AULA.

Em uma reunião no dia 18 de março de 2019 com a Secretária de Educação da Superintendência Regional de Ensino de Juiz de Fora (SREJF) foi apresentado o projeto desta pesquisa, com o intuito de estabelecer uma parceria com os professores de Química das escolas estaduais de Minas Gerais. Como esperado, essa reunião foi produtiva e, a partir disso, obtivemos os contatos dos diretores das escolas e uma lista com nomes de professores concursados e designados, com os quais poderíamos entrar em contato para iniciar as atividades. Iniciamos, então, a elaboração de uma entrevista semi-estruturada com professores de Química da Educação Básica. Esse formato, orientado por um roteiro previamente definido e composto principalmente por perguntas abertas, conforme Manzini (2012), foi escolhido

como nossa ferramenta metodológica devido à sua capacidade de proporcionar uma análise qualitativa distinta, favorecendo um espaço para diálogo e escuta ativa, elementos enfatizados por Bakhtin (2011):

Nossa fala, isto é, nossos enunciados [...] estão repletos de palavras dos outros. (Elas) introduzem sua própria expressividade, seu tom valorativo, que assimilamos, reestruturamos, modificamos. [...]. Em todo o enunciado, contanto que o examinemos com apuro, [...] descobriremos as palavras do outro ocultas ou semi-ocultas, e com graus diferentes de alteridade (Bakhtin, 2011, p. 314 - 318).

A entrevista semiestruturada como técnica de pesquisa assume uma relevância particularmente elevada no contexto de compreender as experiências e percepções dos professores de Química, especialmente no cenário contemporâneo, marcado por avaliações externas. Este método permite uma abordagem mais humana, oferecendo aos professores um espaço seguro e respeitoso para expressarem suas vivências, desafios e percepções sobre o impacto dessas avaliações em seu trabalho diário. Nesse sentido, esse modelo de entrevista vai além do reconhecimento da importância vital dos professores na aplicação efetiva das políticas educacionais; ela valoriza e dá voz às suas experiências individuais, destacando o papel fundamental que desempenham não apenas como educadores, mas, também, como agentes de mudança. Goodson (1994) destaca a importância de compreender esses elementos para uma apreciação completa da complexidade inerente à profissão docente. A entrevista semiestruturada, ao possibilitar que os professores compartilhem suas experiências, preocupações e êxitos, contribui significativamente para o desenvolvimento de uma visão mais detalhada e matizada das realidades diárias nas escolas. Esse método enriquece nosso entendimento sobre aspectos como a interação com alunos, a adaptação à constante mudança dos currículos e a maneira como os professores respondem às expectativas de desempenho. Esse método investigativo enriquece significativamente nossa compreensão, pois vai além da mera coleta de dados estatísticos e métricas das avaliações. Ele nos permite acessar e compreender as experiências humanas subjacentes a esses números, trazendo uma dimensão mais aprofundada e significativa ao estudo das políticas educacionais e de suas implementações práticas. Assim, escolhemos essa abordagem, pois ela não apenas captura os aspectos tangíveis das avaliações, mas, também, abre espaço para explorar os significados e percepções que professores atribuem a diferentes objetos e práticas no ambiente educacional.

Assim, demos início à construção deste documento que norteia a nossa conversa com os professores. Aplicamos as perguntas como um teste piloto aos colegas do Programa de Pós-

Graduação em Química da UFJF – professores por formação e que estão atuando nas escolas, em sua maioria – com a finalidade de ajuste e validação do instrumento para melhor obtenção dos dados. As perguntas utilizadas na entrevista estão nos Apêndices B e C. Na sequência, no segundo semestre de 2019, em uma disciplina que abordava metodologia de pesquisa, tivemos a oportunidade de testar mais uma vez as perguntas que seriam feitas na entrevista semiestruturada com os professores da Educação Básica. Com a entrevista testada, de posse da lista de contato de 18 professores e da autorização do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFJF (Apêndice A), iniciamos o contato por e-mail e por *WhatsApp* em outubro de 2019. Dos 18 professores que disponibilizaram seus contatos, 12 retornaram com interesse em participar. Dois deles realizaram a entrevista ainda no ano de 2019, que aconteceu de forma presencial e com um gravador de voz, como instrumento de alcance aos dados. Observamos que essas duas entrevistas não foram bem-sucedidas, pois o ambiente não foi favorável, deixando o áudio comprometido. Por isso, optamos por não utilizá-las nessa análise.

No ano seguinte, em 2020, resolvemos realizar as entrevistas em um ambiente controlado, no caso, as escolas em que os professores entrevistados trabalhavam. Porém, nesse ano, fomos surpreendidos pela pandemia causada pelo vírus SARS-CoV-2, e, por isso, as entrevistas não aconteceram de forma presencial. Para dar sequência a essa etapa, solicitamos nova autorização do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFJF, submetendo o projeto com os novos ajustes, bem como os novos possíveis riscos para os participantes (Anexo 1). Após a aprovação pelo Comitê de Ética, as entrevistas aconteceram com agenda marcada nos meses de junho a agosto de 2021, assegurado o sigilo das informações dos entrevistados por meio de nomes fictícios. Foram dez professores entrevistados na plataforma Comunidade Acadêmica Federada (CAFE), por Web conferência, devidamente autorizada pelo Centro de Gestão do Conhecimento Organizacional da UFJF para a gravação em áudio e vídeo para fins de pesquisa.

Como Gaskell e Marslen-Wilson (2002) ressaltam, o enfoque na fala das pessoas realça a importância do contato humano e da comunicação efetiva, que são essenciais para a obtenção de informações relevantes e significativas sobre a realidade vivenciada por esses profissionais da educação. Com base nesses fundamentos, realizamos as entrevistas individuais, visando aprofundar os depoimentos dos professores e da representante da Secretaria de Educação de Minas Gerais, com sede em Juiz de Fora. Esta abordagem individualizada permitiu esclarecimentos detalhados sobre suas ideias, além de possibilitar a realização de

questionamentos específicos. Buscamos, assim, compreender profundamente seus pontos de vista. No Quadro 6, a seguir, consta o perfil dos professores entrevistados:

Quadro 6 - Perfil dos professores entrevistados

Nome fictício	Faixa etária	Formação	Tempo de escola
Maria	Acima de 40 anos.	Licenciatura plena em Química e Mestrado em educação.	Acima de 10 anos.
Paula	Acima de 40 anos.	Licenciatura plena em Química e Doutorado em Química (ênfase em Educação).	6 a 10 anos.
Caio	31 a 35 anos.	Bacharel em Direito, Licenciatura plena em Química e Especialização em ensino de Matemática.	Acima de 10 anos.
Ana	31 a 35 anos	Bacharel em Química e Licenciatura plena em Química.	6 a 10 anos.
Carol	Acima de 40 anos.	Bacharel em Direito, Licenciatura plena em Química e Mestrado em Química (ênfase em Educação).	Acima de 10 anos.
Pedro	31 a 35 anos.	Licenciatura plena em Química e Doutorado em Química (ênfase em Inorgânica).	2 a 6 anos.
Rafael	Acima de 40 anos.	Licenciatura plena em Química	Acima de 10 anos.
Laura	31 a 35 anos.	Licenciatura plena em Química e Mestrado em Química (ênfase em Orgânica).	6 a 10 anos.
Luiz	Acima de 40 anos.	Licenciatura plena em Química.	Acima de 10 anos.
Sandra	31 a 35 anos.	Farmácia e Bioquímica e Licenciatura plena em Química.	Acima de 10 anos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Após a realização de entrevistas com uma duração média de 35 minutos, procedeu-se à transcrição das respostas dos professores de Química para uma análise minuciosa. Esta análise foi conduzida seguindo os princípios da Análise de Conteúdo conforme estabelecido por Bardin (2016), permitindo uma compreensão aprofundada dos dados coletados. Para esta pesquisa, concentramos-nos na análise das respostas dadas às perguntas apresentadas nos Apêndices B e C. A análise de conteúdo de Bardin (2016) define o "tema" como uma unidade de significado que se depreende naturalmente de um texto detalhado através de uma leitura atenta. Em termos mais simples, um tema é uma ideia central, um assunto ou um tópico que emerge do texto, nesse caso, da transcrição da entrevista, que reflete o conteúdo essencial presente na comunicação. Na Análise de Conteúdo, o tema é frequentemente utilizado como uma unidade de registro, que

se traduz como o aspecto ou elemento do texto que será registrado e analisado. Identificar temas em um texto é uma parte crucial do processo de Análise de Conteúdo, pois permite ao pesquisador agrupar dados qualitativos de maneira que faça sentido em relação ao objetivo do estudo (Bardin, 2016).

A título de exemplo, em um conjunto de entrevistas, um "tema" pode ser uma ideia recorrente ou um tópico comum mencionado por vários entrevistados (Bardin, 2016). A identificação desses temas ajuda os pesquisadores a entender e interpretar as perspectivas, experiências e opiniões dos participantes de forma mais organizada e significativa. Dessa forma, o apêndice D apresenta uma análise detalhada do perfil dos professores de química em relação à apropriação de avaliações externas como o Enem, Pisa e Saeb, que está sintetizada no Quadro 7 a seguir.

Quadro 7 - Temas de análise sobre o perfil dos docentes de Química

Tema	Subtema	Objetivo
Conhecimento e Utilização das Avaliações Externas	1- Conhecimento dos programas de avaliação (Enem, Pisa, Saeb).	Reconhecer o grau de compreensão que os professores têm sobre os programas de avaliação, incluindo o entendimento dos objetivos, estrutura, e importância de cada um deles.
	2- Utilização das avaliações externas para orientar o planejamento das aulas.	Analisar a capacidade dos professores de usar as avaliações externas como uma referência para ajustar ou informar o planejamento de suas aulas.
	3- Modificação do planejamento de acordo com as demandas dos estudantes e do currículo escolar.	Verificar a flexibilidade dos professores em adaptar seus planos de aula com base nas necessidades dos alunos e nas exigências do currículo escolar.

(continua)

(continuação)

Integração das Avaliações Externas no Ensino	Uso de questões de avaliações externas em atividades em sala de aula.	Verificar a inclusão de questões retiradas de avaliações externas, como o Enem ou PISA, em atividades regulares de sala de aula para ajudar os alunos a se prepararem.
	Discussão e análise dos resultados das avaliações externas com os alunos.	Entender a prática de envolver os alunos na análise e discussão dos resultados das avaliações externas, ajudando-os a entender seu desempenho.
Integração das Avaliações Externas no Ensino	3- Apropriação dos resultados para ajustar abordagens de ensino e identificar áreas de melhoria.	Avaliar a capacidade dos professores de usar os resultados das avaliações externas para ajustar suas estratégias de ensino e identificar áreas que precisam de melhorias.
Percepção da Utilidade das Avaliações Externas	1 - Reconhecimento da importância das avaliações externas para avaliar a qualidade do ensino.	Compreender o entendimento dos professores sobre como as avaliações externas podem ser uma ferramenta para avaliar a qualidade do ensino na escola.
	2 - Impacto psicológico positivo ao saber que a escola obteve bons resultados nas avaliações.	Verificar como os professores podem reagir emocionalmente ao receber informações positivas sobre o desempenho de sua escola nas avaliações externas.
	3 - Utilização indireta dos resultados para ajustar práticas pedagógicas e estratégias de ensino.	Analisar a capacidade dos professores de usar os resultados das avaliações externas como uma fonte indireta de orientação para ajustar suas práticas pedagógicas e estratégias de ensino.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Consideramos que a análise dos perfis dos professores de Química, embora não constitua o foco principal deste estudo, emerge como um componente crucial para o entendimento das dinâmicas subjacentes ao processo de ensino-aprendizagem. Esse entendimento é sustentado por estudos anteriores, como os conduzidos por Silva *et al.* (2005) e Melo (2012), que destacam a importância de se conhecer em profundidade as características, experiências e abordagens pedagógicas dos educadores. Esses trabalhos ilustram que o perfil dos professores de Química vai além de suas qualificações acadêmicas e experiências

profissionais, englobando suas percepções, crenças e metodologias de ensino. Esses aspectos são fundamentais para compreender como os professores interagem com seus alunos, como abordam o currículo e como respondem aos desafios educacionais e da própria profissão. A determinação de perfis detalhados permite uma análise mais rica dos fenômenos de ensino-aprendizagem, revelando como as características individuais desses professores influenciam na dinâmica da sala de aula e, conseqüentemente, no desempenho e na motivação dos alunos. Além disso, ao examinar o contexto educacional pela fala dos professores de Química, é possível identificar padrões, desafios comuns e áreas de sucesso, o que contribui para a formulação de políticas educacionais mais adequadas.

Diante deste qualificado corpo docente, suas falas possibilitaram a realização do estudo intitulado “Percepções de formação: a voz dos professores de Química sobre avaliações educacionais em grande escala”, que será detalhado na discussão dos resultados. Nesse estudo, exploramos extensivamente as experiências, desafios e visões dos professores sobre o sistema educacional. Esse estudo se estrutura em duas seções principais, sobre as quais discorreremos a seguir.

A primeira seção, intitulada “A percepção das avaliações externas pela ótica dos professores de Química da Educação Básica - Categorias em análise”, aprofunda-se nas perspectivas dos professores em relação às avaliações externas, como o Enem. Essa parte do estudo desvenda as preocupações dos educadores sobre a relevância, a aplicabilidade e o impacto dessas avaliações no ensino e aprendizagem, proporcionando uma compreensão mais profunda das suas opiniões e sentimentos.

A segunda seção, “Perfil do professor de Química no processo de apropriação das avaliações externas (Enem) em sua prática docente”, examina como os professores integram essas avaliações em suas práticas pedagógicas. Essa parte do estudo foi realizada com base nos temas apresentadas no Apêndice D, que ilustra os desafios e as estratégias adaptativas adotadas pelos educadores no manejo dessas avaliações, revelando um panorama complexo e multifacetado.

Juntas, essas duas seções, fundamentadas nas entrevistas semiestruturadas, fornecem uma visão abrangente e detalhada das realidades enfrentadas pelos docentes no atual cenário educacional. Esse estudo, assim, contribui significativamente para a compreensão dos diversos aspectos que moldam a experiência docente no ensino de Química em relação às avaliações externas.

6.2 ATO 2 - BASE DE DADOS DO ENEM E A APLICAÇÃO DA APROPRIAÇÃO DE RESULTADOS DESSA AVALIAÇÃO COM PROFESSORES DE QUÍMICA

As bases de dados são fontes de registro e informação eletrônica, pesquisáveis, de modo interativo ou conversacional, através de um computador (Modesto et al, 2006). Entendemos que essas bases devem promover o acesso à informação e fornecer à sociedade informações atualizadas, precisas e confiáveis, atendendo às necessidades do público-alvo e criando uma memória científica a partir de mecanismos eficientes de recuperação dessas informações. Dessa forma, esta pesquisa se apoiou na consulta e no tratamento de dados da Base de Dados do Enem, disponibilizada pelo Inep. Essa base oferece diversas informações sobre a escola e o estudante¹², tais como o município, a inscrição da escola, se ele é concluinte do Ensino Médio ou se é um treineiro (estudante fora da etapa regular de ensino), a porcentagem de acerto, as bisseriais das alternativas, os parâmetros “a”, “b” e “c” dos itens, seus pontos de ancoragem e respectivos desvios.

A partir dessas informações, selecionamos as variáveis de interesse para identificar as habilidades que, especificamente, mobilizavam conteúdo da Química avaliadas pelo Enem das edições de 2013 a 2017 em que os estudantes concluintes do Ensino Médio apresentaram bom e baixo desempenho. O período de 2013 a 2017 foi escolhido por ser significativo em termos de mudanças curriculares e pedagógicas no sistema educacional brasileiro. Essa análise está intrinsecamente ligada ao contexto de reformas curriculares que ocorreram no Brasil a partir de 2009. As reformas, iniciadas com o Programa Ensino Médio Inovador que culminaram na Lei n. 13.415/2017, enfatizaram a necessidade de uma educação mais interconectada, prática e alinhada às demandas contemporâneas da sociedade e do mercado de trabalho.

A escolha desse período para análise é justificada por conta da relevância que o Enem assumiu como instrumento de avaliação ao se alinhar às diretrizes curriculares nacionais, especialmente após a implementação das DCNEM/2011 e as mudanças subsequentes nas políticas educacionais. Com a introdução de uma organização curricular por áreas de conhecimento, e a ênfase em competências/ habilidades, o Enem tornou-se um reflexo das novas abordagens pedagógicas, nas quais a integração de diferentes áreas do conhecimento, incluindo a ciência Química, passou a ter um papel central (Pinto; Melo, 2021).

¹²Disponível em: <https://www.gov.br/Inep/pt-br/acesso-a-informacao/dados-abertos/microdados/Enem>. Acesso em: 20 ago. 2024.

A análise específica dos itens de Química dentro das provas de CNT do Enem permite uma compreensão mais aprofundada sobre como as reformas curriculares influenciaram a abordagem pedagógica dessa disciplina. Essa análise é fundamental para avaliar a conformidade dos conteúdos e métodos de ensino de Química em relação às novas diretrizes e a aplicabilidade e interdisciplinaridade das mudanças propostas no Ensino Médio. Além disso, considerando a Lei n. 13.415/2017, que ressaltou a prevalência do conhecimento em detrimento de uma formação crítica, a análise dos itens de Química também pode revelar como o equilíbrio entre a aplicabilidade prática e a compreensão teórica e crítica está sendo alcançado na educação em Química. Isso é especialmente importante em um contexto onde as políticas educacionais estão cada vez mais voltadas para a preparação dos estudantes para o mercado de trabalho (Pinto; Melo, 2021) e para o desempenho em avaliações padronizadas, como o Enem.

Além disso, a análise das questões de Química do Enem entre 2013 e 2017 é crucial para compreender como as reformas educacionais influenciaram as avaliações nacionais. Essa importância é ressaltada pelo fato de que, conforme apontado por Medeiros *et al.* (2017), as CNT têm enfrentado um déficit de avaliações contínuas de grande escala no Brasil. Essa investigação, portanto, pode ser útil para fomentar discussões sobre a adaptação dos currículos escolares às diretrizes educacionais emergentes e o impacto dessas mudanças no ensino e aprendizagem da Química.

Uma análise longitudinal das questões de Química do Enem ao longo deste período permite identificar padrões, tendências e evoluções na avaliação dos conteúdos. Essa abordagem revela quais temas são mais enfatizados ou negligenciados, o tipo de operação cognitiva esperada e como esses aspectos se alinham com os objetivos educacionais do país. Além disso, a análise dos eixos cognitivos no ensino de Química, conforme orientado pelo Enem, oferece uma oportunidade crucial para repensar as práticas pedagógicas atuais. Spazziani (2019) reconhece as potencialidades de se entender as questões do Enem em sua totalidade, as habilidades necessárias para resolução da atividade, e possíveis raciocínios (corretos e incorretos) de elaboração das respostas por parte dos alunos. Segundo a Matriz de Referência do Enem (2009), no ensino dessa disciplina, é fundamental dominar a linguagem científica e matemática específica (Eixo DL), bem como aplicar teorias para entender fenômenos químicos e naturais (Eixo CF). Há também a necessidade de coletar e interpretar dados para resolver problemas (Eixo SP), integrar conhecimento teórico e prático para construir argumentações sólidas (Eixo CA) e usar o aprendizado para desenvolver soluções inovadoras e socialmente responsáveis (Eixo EP). Esses eixos não apenas enriquecem o conhecimento específico de

Química, mas, também, cultivam habilidades críticas, criativas e sociais, fundamentais para a formação integral dos estudantes. Essa pesquisa não apenas fornece uma base de dados útil para estudos educacionais futuros, mas, também, exerce um impacto notável no desenvolvimento de currículos. Isso é evidenciado por Maceno *et al.* (2011), que destacam a necessidade de reformular o currículo de Química na Educação Básica, de forma a estar em conformidade com as diretrizes do Enem 2009, que dão ênfase à interdisciplinaridade, contextualização e inovação na educação. Além disso, é crucial entender a abordagem da Química no Enem, já que até mesmo os autores identificam desafios cruciais na implementação dessas mudanças, especialmente devido às incongruências entre a Matriz de referência do Enem e seu anexo. Compreender esses aspectos é fundamental para orientar a formulação de currículos mais pertinentes e eficientes, tanto para o Ensino Médio como para a formação docente, garantindo que os conteúdos e competências ministrados se alinhem com as metas nacionais de avaliação. Esses fatores combinados estabelecem uma base robusta para fundamentar a análise dos itens do Enem de 2013 a 2017, particularmente nas provas de CNT, com ênfase em Química. Tal análise é útil não apenas para uma compreensão mais aprofundada das tendências educacionais e das demandas dos estudantes, mas, também, para aperfeiçoar as práticas de ensino e avaliação em Química de forma contínua.

É importante destacar que, inicialmente, planejávamos expandir a análise para incluir as edições do Enem de 2018 a 2022 durante a fase de qualificação. Contudo, após uma reavaliação dos objetivos deste estudo, concluímos que uma amostra dos itens das edições de 2013 a 2017 seria mais adequada para explorar as possibilidades da integração dos aspectos estatísticos como uma ferramenta de análise pedagógica de apropriação de resultados. Dessa forma, a seleção deste período específico para a análise dos itens de Química do Enem é essencial para avaliar seu impacto no cenário educacional, especialmente no ensino de Ciências da Natureza. Isso permite uma reflexão crítica sobre a qualidade desse ensino e promove a cultura de avaliação em larga escala entre os professores da área de Ciências. Nas próximas páginas, detalharemos os procedimentos utilizados para acessar os microdados e para o tratamento dos dados.

6.3 ETAPA 1 - TRATAMENTO DA BASE DE DADOS DO ENEM DOS ANOS 2013 A 2017 - REALIZANDO A SELEÇÃO DE VARIÁVEIS E TABULANDO DADOS ESTATÍSTICOS

Para dar início à Etapa 1, realizamos o download da base de dados do Enem de 2013, de forma a conhecer os microdados. Com esse intuito, utilizamos o sistema *American Standard Code for Information Interchange* (ASCII), que codifica os caracteres em números. Ele contém inputs (canais de entrada) para leitura, realizada por meio dos softwares *Statistical Analysis System* (SAS) e *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), amplamente utilizados em análises estatísticas e de outros dados em diversas áreas, incluindo as Ciências Sociais, negócios, pesquisa científica e saúde. Uma das variáveis de interesse foi a que apontou a habilidade referente ao item analisado. Essa variável permite conhecer a habilidade indicada para o item e compará-la com os microdados. Em seguida, realizamos a leitura de outros itens presentes no Caderno Azul, na seção de Ciências da Natureza, para identificar outros itens que apresentavam a abordagem de estequiometria e buscamos associá-los à descrição das habilidades presentes na matriz de referência do Enem.

Para selecionar os itens, realizamos a leitura de cada um dos presentes no Caderno Azul na seção de CNT e buscamos associar com a descrição das habilidades presentes na Matriz de Referência do Enem. Seguindo as orientações do *site* do Inep, abrimos os arquivos com os dados dos itens selecionados com o auxílio de um programa descompactador, pois esses documentos estavam em formato de compressão específico (.zip). Para esse caso, utilizamos o 7-zip. Assim, o primeiro desafio desta pesquisa foi a falta de conhecimento para trabalhar com os softwares específicos no tratamento da base de dados, programas utilizados por especialistas na área da estatística. Para sanar essa dificuldade, tivemos aulas particulares nos meses de outubro de 2018 a janeiro de 2019, durante duas horas semanais, com um especialista na área de Avaliação Educacional, para aprender a extrair os dados dos programas e, assim, trilhar um caminho metodológico mais assertivo.

Após essas aulas, os dados puderam ser extraídos no período de fevereiro a junho de 2019, utilizando o software *IBM SPSS Statistics 22* para a leitura das variáveis necessárias, como: número de inscritos, código do município de inscrição, unidade da federação, status de conclusão do Ensino Médio, código da escola, presença na prova, nota e vetor de resposta em Ciências da Natureza e, por fim, o código do caderno. A partir desse software foi possível calcular a média e o desvio-padrão referentes às proficiências dos estudantes ao longo do teste,

que também serviram de base para o cálculo dos parâmetros “a”, “b” e “c” da TRI, feito em outro *software*, o *R* na versão 64 x 3.3.1. A Tabela 3 apresenta a descrição ordenada dos processos para o tratamento da base de dados do Inep.

Tabela 3 - Descrição dos processos para o tratamento da base de dados do Inep para as edições de 2013 – 2017

Sequência do processo	Descrição das ações do processo
1	Leitura dos dados no software SPSS.
2	Filtrar os casos de “concluintes do Ensino Médio”.
3	Separar por região: Norte, Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e Sul.
4	Análise de frequência de participação.
5	Separar vetor de resposta, o que confere ao gabarito.
6	Agrupar os itens criando um identificador para reposicioná-los em cada prova com cor diferente.
7	Análise de acerto ou erro do item pelos códigos de leitura 1 - Acerto e 0 - Erro.
8	Percentual de marcação de acerto do item e por alternativa.
9	Percentual de acerto por descritor.
10	Média de proficiência.
11	Distribuição por nível de proficiência (distribuídos em sete níveis).
12	Média de proficiência dos itens acertados e desvio-padrão.
13	Cálculo das bisseriais, e dos parâmetros “a”, “b” e “c”.
14	Classificar itens por disciplina.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Após a realização da Sequência 1, eliminamos os dados dos estudantes treineiros (Sequência 2) e consideramos a seleção dos estudantes de variável número 0, a qual indica, pelo dicionário de variáveis, que são concluintes do Ensino Médio. Os concluintes foram categorizados por região (Sequência 3), o que nos possibilitou estimar a frequência de participação desses estudantes na edição de 2013 (Sequência 4). A partir disso, identificamos a proficiência desses estudantes de acordo com a nota obtida e calculamos a média nacional e regional da proficiência em Ciências da Natureza. Ademais, o vetor de resposta do estudante

(Sequência 5), presente na prova de Ciências da Natureza, possibilitou gerar os dados sobre o percentual de marcação em cada alternativa, para cada item.

O Enem possui cadernos de diferentes cores, sendo elas azul, amarelo, branco e rosa, com os itens distribuídos em posições diversas. Para colocar todos os itens na mesma posição (Sequência 6), adotamos o Caderno Azul como referência em todas as edições analisadas, tal como realizado por Carlos (2016). Essa decisão nos levou a reordenar os itens e reagrupar as informações geradas pela base de cada caderno. Utilizaremos o código “ITEM_1” quando nos referirmos ao primeiro item do Caderno Azul de Ciências da Natureza e assim por diante, seguindo a ordem crescente de posicionamento. Desse modo, foi possível realizar uma análise de acerto e erro do item pelo código de leitura para toda a amostra (Sequência 7) e aferir o percentual de acerto e marcação dos distratores (Sequência 8). Com a base tratada, seguimos para o cálculo da correlação ponto-bisserial das alternativas e do gabarito, utilizando o pacote “ltm” (*Likelihood Theory Models*) no R, que é uma biblioteca estatística que oferece funcionalidades para modelagem de itens em testes e avaliações educacionais usando modelos de TRI na função “*descript*”. Os parâmetros “a”, “b” e “c” da TRI foram calculados utilizando o pacote “ltm” pela função “tpm” para ajustar os modelos de TRI em dados do teste do Enem. De posse desses dados, calculamos o valor do ponto de ancoragem dos itens, a média da proficiência e o desvio-padrão para distribuir os estudantes em níveis de desempenho (Sequências 10, 11, 12 e 13).

Na Sequência 14, realizamos uma análise detalhada de cada questão das edições de 2013 a 2017, com foco no conteúdo específico necessário para que os estudantes pudessem demonstrar suas habilidades na resolução de situações-problema. Para esta tarefa, trabalhamos em colaboração com um grupo de especialistas em Ciências da Natureza e profissionais de avaliação educacional. O grupo incluiu dois especialistas de cada disciplina – Biologia, Física e Química. Cada integrante dessa equipe multidisciplinar teve a responsabilidade de classificar os itens de acordo com a área temática relevante, identificando-os com os símbolos “B”, “F” ou “Q” para Biologia, Física ou Química, respectivamente. Esse método colaborativo enriqueceu nossa análise, incorporando uma variedade de perspectivas sobre a identidade disciplinar associada a cada item do escopo. As eventuais inconsistências foram discutidas e resolvidas em conjunto, o que foi fundamental para a seleção adequada dos itens de Química. Além disso, foram excluídos da seleção os itens que apresentaram valores de parâmetros “a”, “b” ou “c” negativos, como no caso da edição de 2014, indicando que deve haver algum

problema com o item (Andrade *et al.* 2000; Andrade *et al.* 2010; Carlos, 2017) que nos impediu de propor uma análise diagnóstica relevante para esta pesquisa.

Além disso, adotamos como valores de referência dos parâmetros “a” e “c”, assim como Andrade *et al.* (2010) e Embretson e Reise (2000). Logo, o valor para o parâmetro “a” 0,0 será considerado com nenhuma discriminação, de 0,01 até 0,34 discriminação muito baixa, de 0,35 até 0,64, discriminação baixa; de 0,65 até 1,34, discriminação moderada; de 1,35 até 1,69, discriminação alta e maior que 1,70 discriminação muito alta. Para o parâmetro “c”, adotaremos o valor máximo de 20% (0,20) pelo fato de os itens do Enem terem cinco alternativas.

Todos esses dados foram agrupados em uma planilha para facilitar a análise de forma qualitativa, por meio da criação de categorias. O tratamento da base e a seleção dos itens que avaliaram conceitos próprios de Química nas edições do Enem de 2013 - 2017, tomando como a ordenação os itens do Caderno Azul, apresenta uma análise interessante e detalhada sobre como os conceitos de Química foram avaliados nas provas do Enem ao longo de cinco anos consecutivos. Essa análise é crucial para entender as tendências e as mudanças no enfoque dos temas de Química envolvidos no Enem. A seleção dos itens da Sequência 14 está apresentada no Quadro 8.

Quadro 8 - Identificação de itens que avaliam conceitos próprios da Química nas edições do Enem de 2013 – 2017 no Caderno Azul

Edição 2013	Edição 2014	Edição 2015	Edição 2016	Edição 2017
ITEM_1	ITEM_3	ITEM_1	ITEM_1	ITEM_1
ITEM_2	ITEM_4	ITEM_6	ITEM_3	ITEM_5
ITEM_4	ITEM_6	ITEM_7	ITEM_5	ITEM_6
ITEM_9	ITEM_7	ITEM_10	ITEM_6	ITEM_7
ITEM_13	ITEM_9	ITEM_13	ITEM_7	ITEM_12
ITEM_14	ITEM_11	ITEM_14	ITEM_8	ITEM_14
ITEM_19	ITEM_13	ITEM_15	ITEM_13	ITEM_16
ITEM_22	ITEM_14	ITEM_17	ITEM_15	ITEM_23
ITEM_23	ITEM_18	ITEM_26	ITEM_19	ITEM_24
ITEM_24	ITEM_20	ITEM_31	ITEM_22	ITEM_25
ITEM_26	ITEM_25	ITEM_32	ITEM_23	ITEM_28
ITEM_29	ITEM_32	ITEM_35	ITEM_25	ITEM_29

(continua)

(continuação)

ITEM_32	ITEM_33	ITEM_36	ITEM_27	ITEM_31
ITEM_36	ITEM_35	ITEM_39	ITEM_31	ITEM_32
ITEM_41	ITEM_38	ITEM_45	ITEM_33	ITEM_34
ITEM_45	ITEM_41		ITEM_36	ITEM_36
	ITEM_43		ITEM_39	ITEM_40
			ITEM_40	ITEM_42
			ITEM_44	ITEM_44

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Observando o Quadro 8, é notável que o número de itens relacionados à Química variou de ano para ano, com um mínimo de 15 itens em 2015 e um máximo de 19 itens em 2016 e 2017. Durante a Etapa 2, que será descrita adiante, encaminharemos os critérios utilizados para realizar as análises pedagógicas dos itens do Enem, que, aliadas às informações estatísticas, permitiram ampliar o conjunto de informações acerca dos conteúdos químicos.

6.4 ETAPA 2 - SELEÇÃO DOS ITENS COM BOM E BAIXO DESEMPENHO QUE AVALIAM CONTEÚDOS QUÍMICOS RELACIONADOS ÀS HABILIDADES PREVISTAS NA MATRIZ DE REFERÊNCIA DO ENEM

Na Etapa 2, buscamos selecionar, por meio do ponto de ancoragem e do parâmetro “b”, dois itens com conteúdo químico das edições de 2013 a 2017, nos quais os estudantes tiveram bom e baixo desempenho, associados à sua dificuldade. Foram selecionados dez itens no total, que serão apresentados nos resultados desse estudo (Apêndice G). A escolha de investigar dois itens com conteúdo químico das edições de 2013 a 2017, nos quais os estudantes apresentaram bom e baixo desempenho é fundamental para compreender as nuances do aprendizado em Química na Educação Básica. Esta seleção permite uma análise detalhada das áreas em que os estudantes têm maior facilidade e enfrentam maiores desafios. Ao identificar as particularidades dos estudantes que demonstram bom desempenho, podemos elaborar estratégias de ensino e os métodos pedagógicos com base no que demonstra funcionamento efetivo. Por outro lado, a análise de itens de baixo desempenho oferece informações cruciais sobre as lacunas no currículo de Química ou nas abordagens de ensino, destacando áreas que carecem de maior atenção, recursos ou inovação pedagógica.

Entender a dificuldade dos estudantes em determinados aspectos da Química é essencial para desenvolver produtos educacionais, mais direcionados e eficazes. Isso pode envolver a revisão de métodos de ensino, a introdução de recursos didáticos mais interativos, ou a implementação de programas de apoio adicionais aos alunos. Além disso, uma análise dessa natureza pode revelar tendências ou padrões nos desafios enfrentados pelos estudantes, que podem estar relacionados a fatores externos, como contexto socioeconômico ou o acesso a recursos educacionais.

Considerando o contexto desta tese, definimos critérios de análise do item, sendo o primeiro deles a proposição da sentença que descreve a habilidade do item, reconhecendo que é inviável que todas as descrições da habilidade contida na Matriz de Referência do Enem sejam abordadas em uma única questão de prova. Para a reescrita da habilidade, tomamos como base a proposta prevista e indicada na BNCC (2018) e também detalhada no Capítulo 2. Dessarte, a avaliação pedagógica do item deve envolver uma discussão sobre sua orientação no âmbito cognitivo de acordo com a Taxonomia de Bloom revisada (Anderson *et al.*, 2001), abordando tanto o seu conteúdo quanto o seu contexto. Finalmente, propomos a abordagem de Pasquali (2023) de análise de itens, que consiste na integração de investigação teórica ou empírica ou estatística. Assim, esse estudo se propõe a integrar essa análise pedagógica com as informações estatísticas reveladas pelo Inep, considerando a perspectiva da Teoria de Resposta ao Item (TRI).

A pesquisa, em seu estágio inicial, visava traduzir as métricas da TRI em informações para o ensino de Química com base nos itens escolhidos e, posteriormente, publicar os resultados em um e-book. Contudo, após analisar as entrevistas, surgiu uma nova proposta desafiadora: a criação de um curso de capacitação para professores de Química. Em face da falta de compreensão por parte dos professores, coordenadores pedagógicos e diretores das escolas em relação às tecnologias empregadas na avaliação de grande escala e aos mecanismos de divulgação dos resultados (Fontanive, 2013; Medeiros *et al.*, 2017), este curso seria focado na avaliação em larga escala. Ademais, incorporar as visões de professores de diferentes contextos traria um valor inestimável para as análises, expandindo as interpretações para além de nossa perspectiva. Essa abordagem representativa permitiria um aprofundamento no contexto e nas experiências desses educadores. A heterogeneidade desses pontos de vista contribuiria para uma compreensão mais completa e detalhada, um elemento que recebeu uma atenção especial e minuciosa na terceira etapa do estudo.

6.5 ETAPA 3 - O PROJETO DE EXTENSÃO “*A QUÍMICA SOB A ÓTICA ESTATÍSTICA DO ENEM: O QUE PROFESSORES DESSA DISCIPLINA PRECISAM SABER*”: A APROPRIAÇÃO DE RESULTADOS DO ENEM COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE PEDAGÓGICA

As questões finais da entrevista semiestruturada realizada com os dez professores de Química focaram em seus interesses e disponibilidades para a participação de um curso de capacitação sobre estudos em larga escala. A maioria expressou um interesse sincero, mas ressaltou a limitação de tempo como um obstáculo. Apesar disso, visto que o curso não seria oferecido no mesmo ano das entrevistas, fizemos um esforço adicional para entrar em contato com esses professores e garantir suas vagas. No entanto, apenas cinco deles responderam confirmando a sua inscrição. Preocupados com a possibilidade de os professores inicialmente contatados não completarem o curso, decidimos expandir nossa oferta, divulgando-o através do site de notícias da UFJF¹³¹⁴. Essa divulgação também ocorreu em outras plataformas, como Instagram, Grupos de WhatsApp e Facebook (Apêndice F). O processo de inscrição para o curso foi realizado online, em um curto período de dez dias para a inscrição, acessível através de um link ou QRCode¹⁵, e foi aberto para professores de Química da Educação Básica, atuantes em escolas públicas ou privadas de diferentes regiões do Brasil.

Reconhecendo os desafios logísticos e temporais que a formação continuada impõe aos professores, organizamos duas turmas, A e B, com aulas remotas. Além disso, reduzimos a duração original do curso de quarenta para vinte horas, atraindo professores ativos no Ensino Básico. Recebemos muitas inscrições, mas após aplicar os mesmos critérios de seleção usados nas entrevistas - ser docente de Química, ter licenciatura e estar ativo em sala de aula - o número de participantes foi para o total de vinte, sendo que desses vinte, oito professores participaram na “Turma A” e doze professores participaram da “Turma B”. Para realização deste projeto de extensão, foi desenvolvida uma metodologia adequada a uma capacitação online, estruturada em dez sessões semanais de duas horas cada. O curso foi dividido em duas turmas: “Turma A”

¹³ Disponível em:

https://docs.google.com/presentation/d/1XceobKdfPyoyoB_6sHKIyIwwzvZW47PN/edit?slide=id.p3#slide=id.p3. Acesso em: 19 maio 2025.

¹⁴ Disponível em: <https://www2.ufjf.br/noticias/2022/09/06/ufjf-oferece-curso-gratuito-para-professores-de-quimica-da-educacao-basica/>. Acesso em: 19 maio 2025.

¹⁵ Disponível em: <https://www2.ufjf.br/noticias/wp-content/uploads/sites/2/2022/09/whatsapp-image-2022-09-06-at-11-48-55-212x179.jpeg>. Acesso em: 19 maio 2025.

com aulas nas sextas-feiras das 14h30 às 16h30 e “Turma B” aos sábados, das 8h30 às 10h30, iniciando em 16 e 17 de setembro, respectivamente.

Para atrair os docentes, informamos que o curso adotaria atividades práticas de investigação, buscando compreender o processo cognitivo dos estudantes ao lidar com problemas que exigem conhecimentos específicos de Química no Enem. Também pontuamos que o objetivo do curso seria o de fornecer ferramentas para a interpretação pedagógica de avaliações em grande escala na área de CNT, utilizando modelos matemáticos da TRI para análise dos resultados. Como meio de validar esse estudo, informamos que seriam explorados conceitos de Química baseados em dados estatísticos de estudantes do Ensino Médio, utilizando uma extensa base de dados do Enem, abrangendo a média de mais de 1 milhão de alunos concluintes dessa etapa entre as edições de 2013 a 2017.

A observação focou na coleta de dados visíveis e pertinentes ao estudo, com anotações sendo feitas através de várias técnicas como registro cursivo durante as dinâmicas, emprego de palavras-chave sobre as principais dúvidas dos docentes, lista de temas que poderiam ser incorporados no curso e que surgiam a partir das dúvidas dos professores, e a criação de códigos para mapear os momentos relevantes, seguindo a metodologia sugerida por Danna e Matos (2006). As atividades realizadas no curso foram gravadas e o uso de filmagens permitiu uma recriação de sua dinâmica, possibilitando uma análise aprofundada dos aspectos de ensino e aprendizagem, e destacando elementos frequentemente não observados em avaliações tradicionais, conforme indicado por Belei *et al.* (2008). Além disso, a utilização dos vídeos facilitou a ampliação e a transformação das qualidades, características e particularidades das atividades ministradas. Danna e Matos (2006) ressaltam que a imagem e o vídeo potencializam a prática de observação e descrição, oferecendo uma nova perspectiva sobre os fatos.

Assim, no decorrer do curso, foi introduzida uma atividade interativa denominada “Conversa de corredor”, que foi gravada para posterior análise. Nesta dinâmica, a projeção de um boneco simbolizando um professor num corredor facilitava um espaço de diálogo e troca de ideias, reproduzindo as interações típicas vividas em ambientes escolares. Todos os diálogos foram transcritos. No entanto, nesta tese, o foco foi direcionado para uma “Conversa de corredor” específica, ocorrida no penúltimo encontro do curso. Essa atividade, denominada “Atividade 1” e detalhada no Apêndice H, será explorada na seção de discussão dos resultados. Nessa atividade específica, professores de Química, de maneira coletiva e fundamentada nos conhecimentos adquiridos no curso, foram convidados a aplicar a proposta de Pasquali (2023), ou seja, a formular a relação entre a interpretação pedagógica e a estatística de pelo menos um

item do Enem. Este tópico é essencial, pois envolve a compreensão de como os dados estatísticos podem ser interpretados e aplicados no contexto educacional.

Nessa atividade, os professores foram desafiados a explorar como as informações estatísticas podem enriquecer a pedagogia, influenciando métodos de ensino, avaliação de desempenho dos alunos e planejamento curricular. Essa interseção entre estatística e educação abre portas para uma abordagem baseada em evidências para a tomada de decisões pedagógicas, permitindo uma compreensão mais aprofundada dos padrões de aprendizagem em Química e do comportamento estudantil. Para tal, foram selecionados dois itens das edições de 2014 para a “Turma A” e de 2015 para a Turma B. Para essa tarefa¹⁶, os docentes da “Turma A” analisaram¹⁷ os itens da edição de 2016 do Enem, enquanto os da “Turma B” dedicaram-se aos itens da edição de 2017. Para realizar esta atividade, os docentes receberam o caderno da edição, a Matriz de Referência do Enem, a posição do item e os dados estatísticos em uma planilha que continha somente os valores dos dados e os códigos e uma ficha com as orientações, apresentada no Quadro 9:

Quadro 9 - Ficha de análise pedagógica do item

Momento de análise	Descrição	Objetivo da etapa
1	Colar a imagem do item. (Essa imagem foi previamente disponibilizada aos professores).	Facilita a identificação visual do item e ajuda na contextualização da análise.
2	Qual o código da habilidade do Enem?	Permite aos professores conectar o item a uma habilidade específica da Matriz de Referência do Enem, essencial para entender os objetivos de aprendizagem visados.
3	Qual o texto dessa habilidade?	Esta etapa ajuda os professores a correlacionar a descrição da habilidade com as expectativas do item, promovendo uma compreensão mais aprofundada de sua aplicação prática.

(continua)

¹⁶ Devido a restrições de tempo, a análise completa de dois itens de cada edição não foi viável, portanto, os resultados serão apresentados até onde a discussão progrediu, tendo sua continuidade registrada a partir de nosso viés.

¹⁷ Torna-se importante ressaltar que a discussão sobre as curvas características e a de informação dos itens – a mais pertinente para modeladores de teste – não foi abordada no curso. No entanto, esta análise será conduzida pelos investigadores para enriquecer o estudo.

(continuação)

4	Propor a sentença descritora para o item.	Ao propor uma sentença descrita, os professores desenvolvem habilidades de observação crítica sobre o processo cognitivo e o conhecimento de Química envolvido, o que é fundamental para a compreensão do contexto educacional em que o item é aplicado.
5	Propor, com base na sua experiência, quais são caminhos cognitivos que levam os estudantes a marcarem cada alternativa?	Esta etapa desafia os professores a pensar a partir do ponto de vista dos alunos, antecipando os conceitos que eles podem confundir, uma habilidade essencial para uma instrução eficaz.
6	Propor uma discussão utilizando as bisseriais das alternativas e os parâmetros “a”, “b” e “c” da TRI.	Integrar dados estatísticos com informações pedagógicas fornece uma compreensão mais profunda dos critérios de qualidade dos itens de acordo com a Teoria de Resposta ao Item.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A ficha de análise pedagógica do item desempenha um papel crucial na apropriação do resultado, pois aprofunda a compreensão dos educadores sobre como os itens de avaliação, especificamente no contexto do Enem, são concebidos e como eles se alinham com os objetivos pedagógicos. A entrega dessa atividade ocorreu por e-mail, uma alternativa de trabalho devido à impossibilidade de vários professores participarem do último encontro do curso. Importante destacar que houve desistências de professores ao longo do curso: três professores da “Turma A” e três da “Turma B”. As razões para essas desistências foram variadas: um professor precisou participar de um curso em outro estado no mesmo horário, outras dificuldades com o fuso horário por estar em Manaus, três professores citaram a falta de tempo devido às demandas do final do ano e um não se interessou pela temática do curso. Além disso, apenas dois professores da Turma A e cinco professores da Turma B realizaram a entrega da “Atividade 2”.

Com intuito de ampliar as informações sobre o ensino de CNT à luz de dados do Enem, propomos a Etapa 4. Como vimos, dada a escassez de monitoramento contínuo em Ciências no Brasil, a utilização das métricas do Enem para avaliações diagnósticas torna-se ainda mais crucial. Esta análise detalhada oferece uma oportunidade para o estabelecimento de indicadores educacionais para a próxima década. Além disso, essa é uma metodologia é pertinente ao PNE, com vigência até 2024, pois oferece uma oportunidade para aprimorar estratégias e metas educacionais, utilizando esses indicadores para refinar e otimizar as abordagens no campo da educação.

Para Luckesi (2018), é importante que nos sirvamos dos resultados das avaliações externas, também de forma institucional. Além disso, conforme destacado por Bennett (2023),

é fundamental adotar métodos de avaliação do tipo grande escala que reconheçam e valorizem as diversas experiências socioculturais dos estudantes. Desta forma, a Etapa 4 foi pensada para propor uma discussão inclusiva e holística, que considera a diversidade cultural e linguística inerente aos estudantes brasileiros. Esta abordagem é essencial para garantir que o processo avaliativo reflita de maneira mais precisa e justa a aprendizagem de Ciências em diferentes contextos.

6.6 ETAPA 4: TRATAMENTO DA BASE DE DADOS DO ENEM DOS ANOS 2014 A 2022 - REALIZANDO A SELEÇÃO DE VARIÁVEIS E TABULANDO DADOS ESTATÍSTICOS

Este estudo adotou uma abordagem quantitativa, utilizando dados do Enem para traçar o perfil da proficiência média dos alunos concluintes do Ensino Médio em CNT. Foram analisados dados do Inep relativos às questões de conhecimento e, também, o questionário socioeconômico, incluindo informações sobre escolas e alunos, com foco nas proficiências médias em CNT, considerando variáveis como localização por unidade federativa, gênero, cor, tipo de escola e deficiência, no período de 2014 a 2022. O software *IBM SPSS Statistics 22* foi utilizado para processar essas variáveis. A Tabela 4 detalha os procedimentos para o tratamento da base de dados do Inep:

Tabela 4 - Descrição dos processos para o tratamento da base de dados do Inep em Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Sequência do processo	Descrição das ações do processo
1	Leitura dos dados no software <i>SPSS</i> ;
2	Filtro dos casos de “concluintes do EM”;
3	Análise de frequência de participação na prova de Ciências;
4	Cálculo da proficiência média nacional e o respectivo desvio;
5	Separação dos alunos por unidade federativa;
6	Cálculo da proficiência média por estado e seu respectivo desvio médio;
7	Separação dos alunos por sexo (gêneros disponíveis pela base de dados – masculino e feminino);
8	Cálculo da proficiência média por gênero (masculino e feminino) e seu respectivo desvio médio;
9	Separação dos alunos por raça (não declarados e autodeclarados brancos, pretos, pardos, amarelos e indígenas);

(continua)

(continuação)

10	Cálculo da proficiência média por raça (não declarados e autodeclarados brancos, pretos, pardos, amarelos e indígenas) e seu respectivo desvio médio;
11	Separação dos alunos por tipo de escola que concluiu o EM (pública ou privada);
12	Cálculo da proficiência média por tipo de escola que concluiu o EM (pública ou privada) e o seu respectivo desvio médio;
13	Separação dos alunos por tipo de deficiência (cego ou surdo);
14	Cálculo da proficiência média por tipo de deficiência aparente (cego ou surdo) e o seu respectivo desvio médio.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Após a realização da Sequência 1, foram eliminados os dados dos alunos treineiros (Sequência 2) e considerada a seleção dos alunos de variável número 0, que indica, pelo dicionário de variáveis, que são concluintes do EM no mesmo ano da edição. Verificou-se a frequência de participação desses alunos nas edições de 2014 a 2022 no teste de CNT (Sequência 3). A partir disso, identificou-se a proficiência desses alunos de acordo com a nota obtida, possibilitando que o programa gerasse a proficiência média nacional em CNT e seu desvio médio (Sequência 4). Assim, iniciou-se o tratamento pelas variáveis de interesse. Pelo código da unidade federativa, foi possível aplicar um filtro e categorizar os avaliados por estado, incluindo o Distrito Federal (Sequência 5) e, a partir dessa informação, também pôde-se executar a estatística pelo software para gerar os dados sobre a proficiência média desses alunos e seu desvio (Sequência 6).

Outra variável de interesse, neste estudo, foi a proficiência média dos alunos, em CN, por gênero. Para isso, foi preciso identificar a variável TP_SEXO. Entretanto, por não ser uma variável numérica, antes de analisar as frequências de participação, foi necessário transformá-la em uma variável numérica e, por conseguinte, o valor M (masculino) dessa variável foi transformado em 1 e o valor F (feminino) em 2 (Sequência 7). Após a obtenção da população de interesse classificada, foi possível filtrar a base para cada código e gerar os dados sobre a proficiência média desses alunos por gênero e seu desvio (Sequência 8).

Em seguida, tratou-se a base de dados para obter a proficiência média dos alunos por cor/raça em CN. Para tanto, recorreu-se à variável TP_COR_RAÇA. Essa variável separa por código 0 os alunos que optaram por não declarar a cor ou a raça; por código 1 aqueles que se declararam brancos; em 2 para os que se declararam pretos; em 3 os alunos pardos; em 4 os que reconhecem ser amarelos e, por fim; em código 5 os que se declaram indígenas (Sequência 9). De posse da classificação dos participantes classificados por essa variável de interesse,

executou-se a estatística para obter as informações sobre a proficiência média dos alunos na prova de CN e seu desvio (Sequência 10).

Na sequência dos processos, filtrou-se a variável TP_ESCOLA. No dicionário de variáveis, que pode ser modificado a cada edição, em 2022, por exemplo, no código TP_ESCOLA foi atribuído o valor 2 aos alunos que concluíram o EM nas escolas públicas e o valor 3 para aqueles concluintes em escolas privadas (Sequência 11). Com base nessa classificação, verifica-se a frequência de participação e executa-se o cálculo com o auxílio do programa para se obter as proficiências médias desses alunos por tipo de escola e seu desvio médio (Sequência 11).

Por fim, a última variável de interesse é relativa às proficiências médias de alunos com deficiências. Como não há uma variável para as deficiências (cego e surdo), foi preciso identificar o tipo da prova destinada a alunos que necessitam de acessibilidade. Nesse sentido, a avaliação apresentada em formato adaptado a esses alunos (ampliada para cegos e vídeo-prova para os surdos¹⁸) contém um código específico na prova de CNT (Sequência 13). A partir dessa seleção, foi possível filtrar a base para cada código e gerar os dados sobre a proficiência média desses alunos por deficiência e seu desvio (Sequência 14).

Após a integração de abordagens quantitativas e qualitativas e a implementação da triangulação de fontes para garantir a validade dos resultados, este estudo se concentrou na análise da média da proficiência dos alunos concluintes do ensino médio em CNT no Enem, no período de 2014 a 2022. Essa análise foi fundamental para monitorar a qualidade do ensino de Ciências, incluindo a Química, como um indicador-chave para avaliar o impacto da estratégia 7.7 do PNE, vigente até 2024.

Baseado nos referenciais teóricos e em uma metodologia de pesquisa criteriosamente elaborada, este segmento oferece indicadores sobre como os professores percebem e se apropriam do Enem em seu contexto educativo. A discussão é iluminada por dados e análises realizadas, proporcionando uma compreensão aprofundada da dinâmica atual do ensino de Química e da relevância das avaliações em larga escala. Esta seção não apenas destaca as complexidades inerentes à prática do docente em Química, mas, também, sugere caminhos para melhorar a integração dessas avaliações em estratégias pedagógicas práticas. Assim, emerge um novo campo capaz de utilizar as métricas da TRI para repensar o ensino, que chamamos de “Ensinometria” e que será detalhado na discussão dos resultados.

¹⁸ É relevante informar que somente a partir de 2017 foi possível observar dados das proficiências médias para surdos.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo investiga vários aspectos cruciais do ensino de Ciências no Brasil, com enfoque especial no ensino de Química. A seção “Para onde caminha o ensino de Ciências no Brasil? - Primeiros indicadores” examina a qualidade do ensino com base na pluralidade da sociedade brasileira que se dispõe a realizar as avaliações do Enem. Nesse contexto, avaliamos a variabilidade nas escolas privadas e públicas em termos de desempenho dos alunos na prova de Ciências da Natureza do Enem, e também investigamos as variáveis de gênero, raça e cor, deficiências (surdo e cego), destacando discrepâncias entre essas populações nos estados brasileiros.

Com o objetivo de exercitar um olhar holístico sobre o ensino de Ciências, o capítulo ainda traz as perspectivas dos professores de Química sobre avaliações educacionais em larga escala, destacando as suas experiências e opiniões (seção 7.2) que, podem nos ajudar a compreender, de alguma forma, os dados apresentados na seção 7.1. Na seção seguinte (7.3), realizamos uma análise dos dados pedagógicos e estatísticos do curso de extensão “A Química sob a ótica estatística do Enem: o que professores dessa disciplina precisam saber”, na qual apresentamos as atividades e a construção do conhecimento sobre o uso das métricas do Enem para examinar os itens e prever o comportamento dos participantes a partir da reflexão e discussão com seus pares. Por fim, a seção 6.4 apresenta a “Ensinometria”, uma abordagem de apropriação de resultados descoberta durante o desenvolvimento da tese, que emprega métricas da TRI para reavaliar e orientar as práticas de Ensino de Química.

7.1 PARA ONDE CAMINHA O ENSINO DE CIÊNCIAS NO BRASIL? - PRIMEIROS INDICADORES PARA UMA RESPOSTA

Reconhecendo a importância e a necessidade de se empregar as métricas do Enem para a avaliação diagnóstica do ensino e da aprendizagem em Ciências (Cintra et al, 2016; Spazziani, 2019; Marques; Cintra, 2019; Carvalho; Afonso, 2023), motivadas pela falta de monitoramento contínuo desta área no Brasil (Fontanive, 2013; Medeiros *et al.* 2017; Garcia *et al.*, 2019), optamos por explorar os resultados das proficiências médias dos alunos concluintes do Ensino Médio, com o objetivo de construir indicadores para a próxima década. Isso é particularmente relevante para o Plano Nacional de Educação (PNE), que está em vigor até 2024, e pode se beneficiar dessas informações para aprimorar suas estratégias e objetivos educacionais.

Após validar o uso do Enem como instrumento de pesquisa (Capítulo 4), retomamos a comparação entre os dados do Censo Escolar de 2022 e a base de dados do Inep para o Enem.

Como mencionamos, os dados do Inep indicam que a média de alunos inscritos no Enem, de 2014 a 2022, foi de 1.220.035, representando aproximadamente 15,51% do total de estudantes matriculados no Ensino Médio. Elaboramos a Tabela 5 para ilustrar esse cenário e melhor relacioná-lo com os dados que serão apresentados nesta seção.

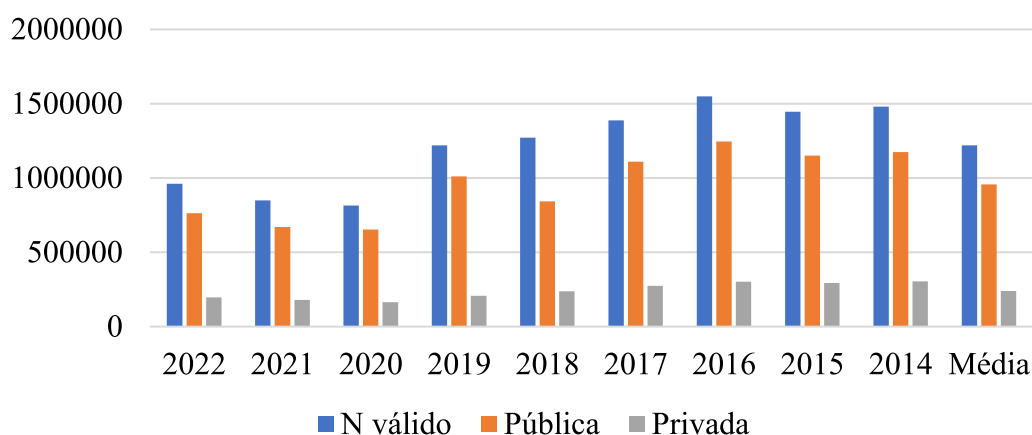
Tabela 5 - Comparação entre inscritos no Enem no período de 2014 a 2022 e matriculados no Ensino Médio

Edição	Concluintes do EM inscritos no Enem e presentes na prova de CN	Matriculados no EM
2014	1.479.330	8.301.380
2015	1.445.401	8.076.150
2016	1.549.402	8.133.040
2017	1.388.679	7.930.384
2018	1.271.914	7.709.929
2019	1219136	7.465.891
2020	815867	7.550.753
2021	849936	7.770.557
2022	960649	7.866.695
MÉDIA	1.220.035	7.867.198

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Com base nas informações da Tabela 5, a representatividade dos dados do Enem pode ser afetada pela variabilidade na participação dos alunos, influenciada por fatores como motivação e preparação, e variável entre diferentes grupos e regiões. Para relacionar os dados da Tabela 5 ao tipo de escola (pública ou privada), apresentamos a Figura 11:

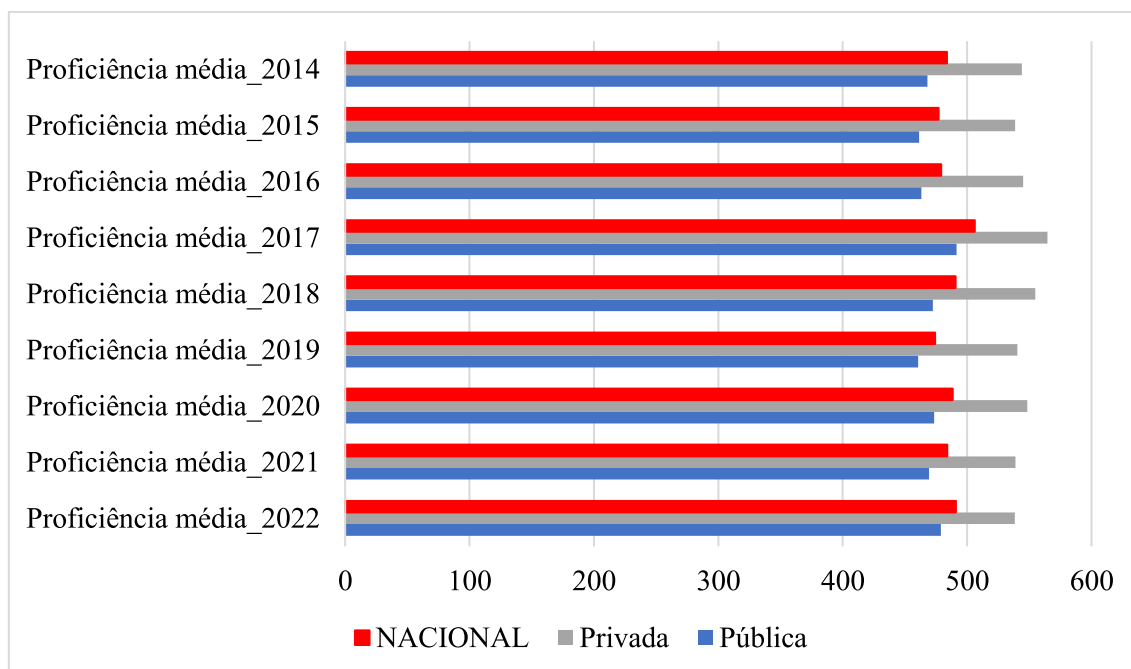
Figura 11 - Distribuição de alunos concluintes do Ensino Médio, inscritos no Enem, por escola (2014 - 2022)



Fonte: Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

De acordo com a Figura 11, em média, aproximadamente 958.010 alunos de escolas públicas se inscrevem no Enem anualmente, em comparação a cerca de 240.166 alunos de escolas privadas. Essa diferença pode refletir a proporção de matrículas entre escolas públicas e privadas no Brasil e aponta para a importância do Enem como um mecanismo de acesso ao Ensino Superior para estudantes que frequentam o sistema público de educação. Contudo, alunos de escolas públicas e privadas podem apresentar diferenças significativas em termos de experiências educacionais, recursos disponíveis, ambientes de aprendizado e oportunidades (Moraes; Belluzzo, 2014). Embora esses não são os únicos fatores que influenciam na inequidade entre alunos oriundos desses diferentes tipos de escola, os indicadores apresentados podem ser úteis para a compreensão do desempenho no Enem dos estudantes concluintes do Ensino Médio, como apresenta a Figura 12:

Figura 12 - Proficiência média dos estudantes em Ciências da Natureza, no Enem, separados por tipo de escola (2014 - 2022)



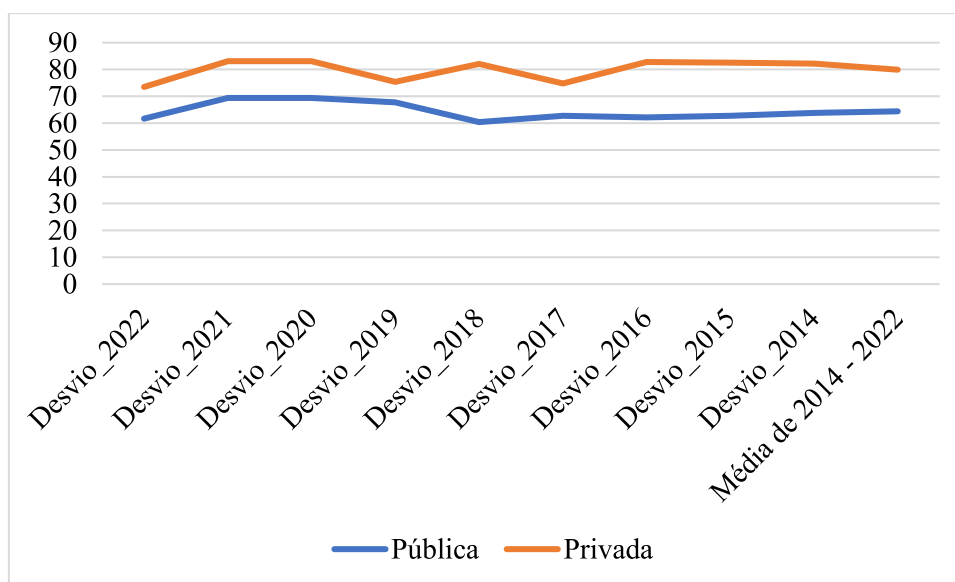
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Os dados da Figura 12 revelam uma dinâmica interessante na trajetória da proficiência média dos alunos nas provas de Ciências da Natureza do Enem, refletindo discrepâncias significativas entre as instituições de ensino público e privado. A tendência ascendente observada nas escolas privadas até 2017, seguida por um decréscimo e subsequente recuperação em 2022, pode sugerir a influência de variáveis econômicas e políticas educacionais que afetam de maneira diferenciada as instituições privadas. Por outro lado, as escolas públicas, após uma melhoria contínua até 2017, sofreram uma queda em 2018 e, desde então, vêm apresentando um lento progresso. Esse padrão propõe que as escolas públicas podem estar sujeitas a fatores sistêmicos que retardam a melhoria ou causam declínios na qualidade do ensino de Ciências. Moraes *et al.* (2022), ao usarem a modelagem multinível para considerar variáveis no nível do aluno e da escola (pública e privada), observam que fatores externos às ações pedagógicas e à gestão da escola têm uma contribuição significativa para o desempenho, tais como o contexto familiar e socioeconômico dos alunos.

A média nacional (Figura 12), influenciada predominantemente pelas escolas públicas, reflete essa tendência, salientando a necessidade de um olhar atento às políticas públicas que buscam equilibrar e elevar a qualidade do ensino de Ciências em todo o território nacional. Para

melhor discutir esses dados, exploramos o desvio-padrão, outro dado obtido do programa *SPSS* (Figura 13):

Figura 13 - Média do desvio-padrão da proficiência dos estudantes separados por tipo de escola (2014 - 2022) que realizaram a prova de Ciências da Natureza do Enem



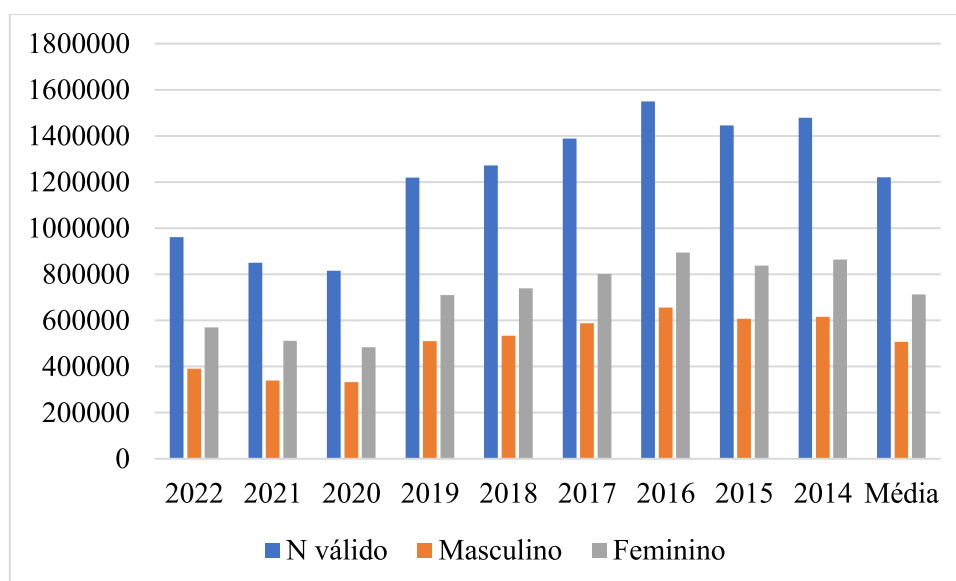
Fonte: Carvalho *et. al*, (2024).

Quanto ao desvio padrão da proficiência média, a maior variabilidade encontrada nas escolas privadas ao longo dos anos revela a heterogeneidade do desempenho dos alunos, possivelmente aludindo às discrepâncias em recursos, metodologias pedagógicas e perfis estudantis. A consistência menor no desvio padrão das escolas públicas pode refletir uma homogeneidade maior no ensino, embora também possa indicar uma falta de representação de alunos de altíssimo e baixíssimo desempenho.

A redução observada no desvio padrão em 2022 para todas as categorias sugere um evento ou uma série de eventos – como modificações nas políticas educacionais – que impactaram a dispersão dos resultados de forma uniforme, como o período pandêmico que impactou a sociedade e o funcionamento normal nas escolas.

Entre os estudantes, identificamos uma proporção significativa entre alunos do gênero masculino e feminino que concluem o Ensino Médio, como mostra a Figura 14. Observamos que as mulheres estão procurando realizar o Enem e, conseqüentemente, ingressar no Ensino Superior, o que corrobora com os dados do IBGE (2019), que comprovam que as mulheres são maioria no quesito de continuidade nos estudos.

Figura 14 - Proporção entre alunos concluintes do Ensino Médio dos gêneros masculino e feminino (2014 - 2022) que realizaram a prova de Ciências da Natureza do Enem



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A análise dos dados referentes à distribuição de gênero dos inscritos no Enem de 2014 a 2022 mostra que, em média, há mais candidatas mulheres (712.157) do que candidatos homens (507.878). Essa tendência se mantém consistente ao longo dos anos. Em relação aos cursos de Ensino Superior, os dados do gráfico anterior podem ser triangulados com aqueles apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Em 2018, no grupo de pessoas com idade de 25 a 34 anos, 25,1% das mulheres apresentam nível superior, enquanto 18,3% dos homens possuem o mesmo nível de escolarização. Embora esta discrepância diminua à medida que a idade aumenta, esses dados refletem mudanças sociais e maior acesso à educação formal para mulheres longo do tempo. No entanto, ainda persiste a predominância das mulheres em certas áreas de estudo, sendo mais representativas em campos tradicionalmente relacionados ao gênero, como saúde (com exceção de Medicina), Serviço Social, Ciências Sociais e Educação, e menos representadas em setores como Tecnologia da Informação, Computação e Engenharia.

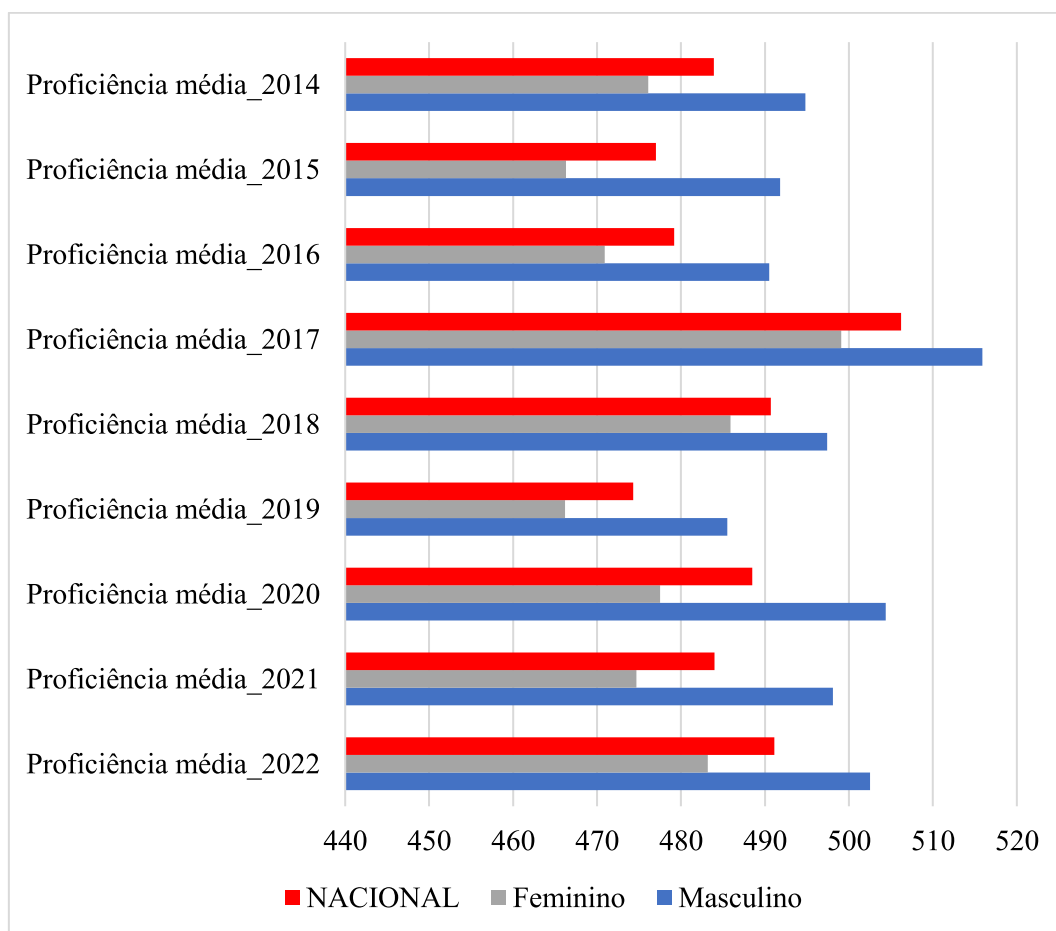
Ao observar a proficiência média das estudantes concluintes do Ensino Médio, é possível supor que a escolha da profissão esteja ligada ao processo escolar. Essa discrepância nas escolhas de carreira pode ser reflexo de barreiras culturais e estereótipos de gênero ao longo da trajetória escolar, que influenciam a percepção das mulheres sobre suas habilidades e interesses em determinadas áreas. Para promover uma maior igualdade de gênero em todas as profissões, é necessário continuar trabalhando a desconstrução desses estereótipos e garantir

um ambiente inclusivo e igualitário para que as mulheres possam se sentir encorajadas a escolher qualquer área de estudo ou trabalho que desejem.

Diante disso, há no Brasil diversos programas que apoiam as meninas na ciência, atuante em diversos espaços educacionais desde a Educação Básica até o Ensino Superior, perpassando inclusive pelo ensino profissionalizante. Essa iniciativa visa incentivar e empoderar meninas e mulheres a seguirem carreiras na área de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática. Entre eles, destacam-se o “Projeto meninas com Ciência” da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), “Menina Ciência” da Universidade Federal do ABC, entre outros. Esses projetos são importantes para combater a desigualdade de gênero que ainda é prevalente nesses campos, onde as mulheres são frequentemente sub-representadas (Cunha *et al.*, 2021).

A seguir, o Gráfico 9 apresenta a Proficiência Média dos estudantes, separados por gênero (2014-2022), que realizaram as questões de CNT do Enem, que corroboram as observações apresentadas pelo IBGE.

Figura 15 - Média da Proficiência Média dos estudantes concluintes do Ensino Médio separados por gênero (2014-2022) que realizaram a prova de Ciências da Natureza do Enem

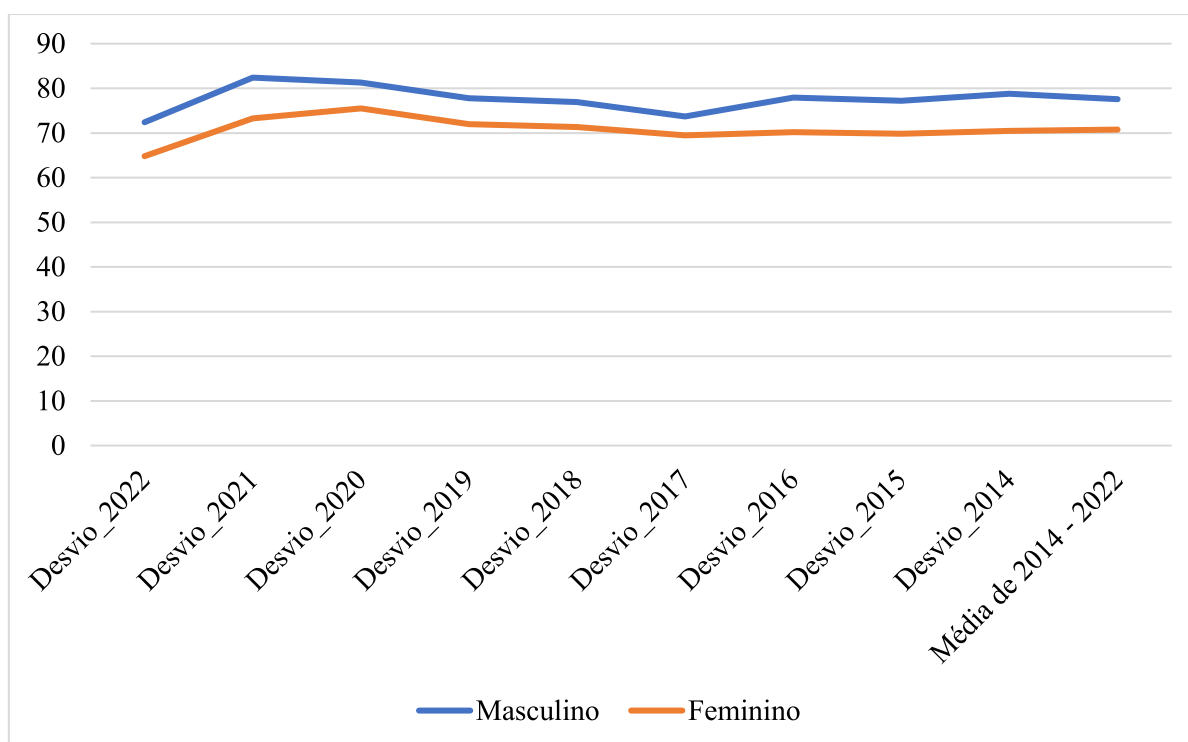


Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Os dados apresentados na Figura 15 revelam que, no contexto do Enem e da prova de Ciências da Natureza, os estudantes do gênero masculino têm consistentemente alcançado uma proficiência média mais alta do que as estudantes do gênero feminino de 2014 a 2022. A diferença de pontuação entre os gêneros parece ter se mantida ao longo dos anos, com os homens superando as mulheres por aproximadamente 20 pontos em 2022. Marcom e Kleinke (2017), ao utilizarem a distância estatística de Cohen (d de Cohen) na análise da prova de Ciências da Natureza do Enem de 2014, constataram uma diferença significativa no desempenho baseada em gênero, com os resultados indicando uma vantagem estatística para os candidatos do gênero masculino. Logo, pode-se concluir que esses resultados vêm se mantendo ao longo dos anos. Contudo, Marcom e Kleinke (2017) ressaltam que esta diferença diminui à medida que a condição socioeconômica dos candidatos aumenta, sugerindo que fatores econômicos impactam no desempenho entre os grupos de sexos distintos. A média nacional, que inclui ambos os gêneros, situa-se mais próxima da média feminina. Esse dado é consistente à Figura 15, que evidencia que o número de candidatas do sexo feminino é maior que o número de candidatos do sexo masculino.

Esses dados mostram que, apesar das variações na média nacional de proficiência em CNT, a diferença de desempenho entre gêneros se mantém estável. Isso pode ser um reflexo de desigualdades nas oportunidades de aprendizado ou nas metodologias de ensino em Ciências, que podem favorecer um gênero em detrimento do outro. Tal situação pode estar relacionada a uma abordagem tradicionalmente masculina na formação científica, frequentemente evidenciada pela falta de representatividade feminina em espaços de Ciências e em recursos educacionais como livros, vídeos e ilustrações.

Figura 16 - Média do desvio padrão da proficiência dos estudantes separados por gênero (2014 - 2022) que realizaram a prova de CN do Enem



Fonte: Carvalho *et. al*, (2024).

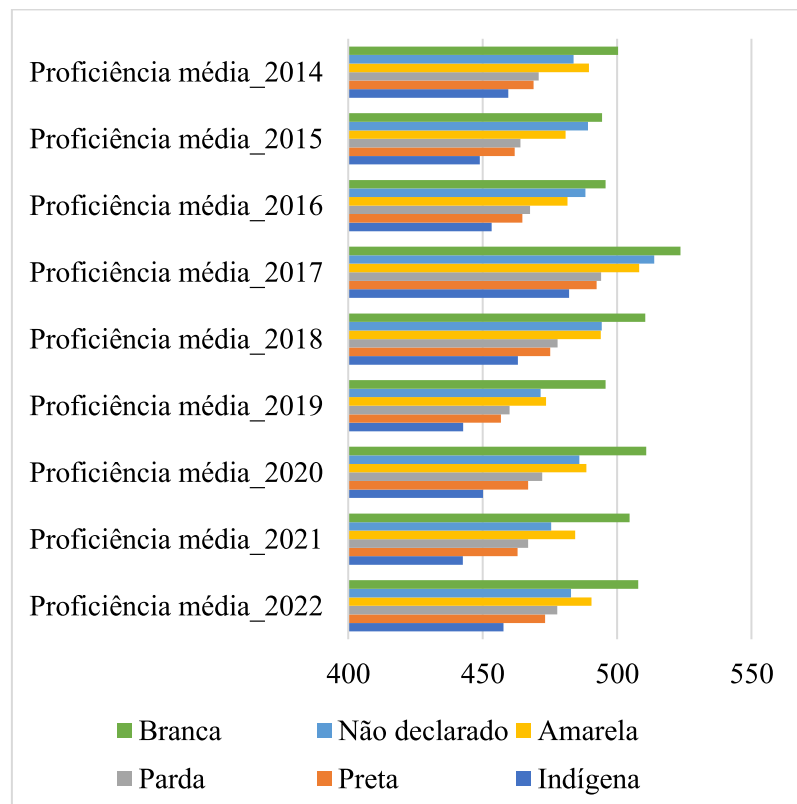
Quanto ao desvio padrão da proficiência média, há uma tendência observada onde os alunos do gênero masculino apresentam uma variabilidade maior em seus resultados, com uma média de desvio padrão de 77,6, comparado a 70,8 em relação ao gênero feminino. Essa diferença sugere que, embora os alunos do gênero masculino, em média, pontuem mais, também há uma maior dispersão em suas notas, indicando que as suas performances sejam mais heterogêneas. Por outro lado, as alunas apresentam uma consistência relativamente maior em seu desempenho. Esse padrão de variabilidade pode ter implicações significativas para o desenvolvimento de estratégias pedagógicas direcionadas, que focalizem o aumento do desempenho de estudantes com pontuações mais baixas, especialmente entre os alunos do gênero masculino, sem que haja comprometimento do apoio dado àqueles que já alcançam um alto nível de proficiência. A respeito das estratégias pedagógicas, embora a sigla STEAM, um acrônimo que representa a combinação das áreas de Ciência (*Science*), Tecnologia (*Technology*), Engenharia (*Engineering*), Artes (*Arts*) e Matemática (*Mathematics*), não seja uma parte formal da BNCC, os princípios e abordagens do movimento podem estar alinhados aos objetivos da base em relação ao desenvolvimento de habilidades e competências nos estudantes. Ambos enfatizam a importância do pensamento crítico, resolução de problemas,

criatividade e trabalho colaborativo. Porém, essa ótica não é um ponto que se firma como estratégia no PNE (2014-2024).

A cor/raça também se configura como um aspecto que influencia na diferença na proficiência dos estudantes avaliados. No Pisa de 2018, por exemplo, os resultados mostraram que os estudantes autodeclarados brancos possuem uma média de desempenho (450) significativamente superior quando comparada à média de desempenho dos estudantes autodeclarados pretos (389), o que corresponde a uma diferença de cerca de dois anos de escolarização, quando se analisa a leitura (62 pontos na escala de desempenho). Quando a diferença entre cor/raça é analisada dentro do grupo de estudantes de condição socioeconômica desfavorável e no grupo dos mais favoráveis, ainda assim, observa-se discrepâncias significativas. Isso evidencia que o nível socioeconômico, por si só, não é capaz de explicar as desigualdades raciais no campo educacional (Inep, 2019).

O mesmo ocorre para Ciências nos dados obtidos da base do Enem. Estudantes de cor branca apresentam melhor desempenho nas avaliações de Ciências. A Figura 17 aponta para outra preocupação relevante em relação ao futuro do ensino de Ciências no Brasil: o rompimento de uma ciência discutida em uma perspectiva eurocêntrica:

Figura 17 - Proficiência média dos estudantes separados por cor (2014 - 2022) que realizaram a prova de Ciências da Natureza do Enem

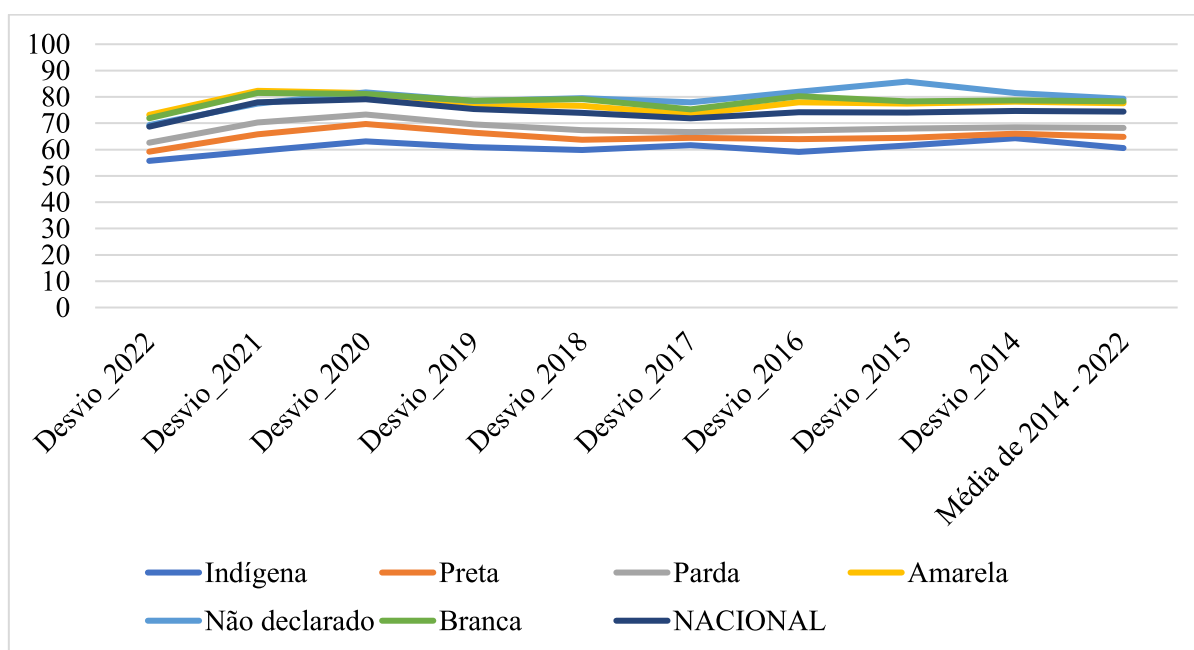


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A análise dos dados de proficiência média dos alunos concluintes do Ensino Médio na prova de CNT do Enem, quando dividida por cor/etnia, mostra que alunos autodeclarados brancos consistentemente têm as maiores médias ao longo do período de 2014 a 2022, com uma média de 507,9 em 2022. Em contrapartida, os alunos indígenas têm as menores médias, 457,8 no mesmo ano. As respostas dos alunos pardos, pretos e amarelos, assim como aqueles que não declararam cor/etnia, situaram-se entre esses dois extremos, mas abaixo da média nacional. Isso destaca uma disparidade racial significativa no desempenho nas provas de CNT.

Estes dados podem indicar a existência de desigualdades estruturais no sistema educacional, em que os fatores socioeconômicos e acesso desigual a recursos de qualidade podem impactar o desempenho acadêmico. A persistência dessa disparidade aponta para a necessidade de visão crítica das políticas educacionais inclusivas que apontam para as barreiras enfrentadas por estudantes de comunidades marginalizadas, visando nivelar o campo de oportunidades educacionais e garantir que todos os alunos, independentemente de sua cor ou raça, tenham as mesmas condições para alcançar a excelência acadêmica em Ciências. Com a finalidade de ampliar essas informações, disponibilizamos a Figura 18 a seguir, que apresenta a média do desvio padrão de alunos de acordo com a cor.

Figura 18 - Média do desvio-padrão da proficiência dos estudantes separados por cor (2014 - 2022) que realizaram a prova de Ciências da Natureza do Enem



Fonte: Carvalho *et. al*, (2024).

A análise do desvio-padrão da proficiência média na prova de CNT do Enem destaca uma disparidade notável entre diferentes categorias raciais, com a categoria amarela mostrando a maior variabilidade nas pontuações, com uma média de desvio-padrão em torno de 77,5, sugerindo uma ampla gama de desempenho que pode espelhar a diversidade em experiências educacionais e contextos de vida. Por outro lado, a menor variabilidade observada na categoria indígena, com uma média de desvio-padrão de cerca de 60,6, poderia refletir uma homogeneidade no desempenho educacional, que pode ser atribuída tanto à uniformidade nas condições de ensino quanto a um possível acesso restrito a recursos educacionais de qualidade, ou, ainda, à influência de um currículo influenciado pela ciência eurocêntrica, que tende a ser dominante nas práticas educacionais brasileiras. Esse fenômeno, discutido por Moraes e Santos (2019) e criticado por Rosa *et al.* (2020), aponta para a predominância de uma perspectiva científica que favorece conhecimentos e métodos ocidentais, muitas vezes excluindo ou desvalorizando outras tradições científicas. A abordagem eurocentrada, ao ignorar a pluralidade de conhecimentos e práticas, não apenas restringe a compreensão de fenômenos diversos, mas, também, pode perpetuar desigualdades, ao marginalizar contribuições científicas não ocidentais e limitar as oportunidades para aqueles fora do paradigma predominante.

A crescente consciência sobre a importância de uma ciência diversificada e inclusiva está ganhando terreno, a partir do reconhecimento das tradições científicas de culturas indígenas, africanas, asiáticas e de outras origens, e da valorização das distintas maneiras como as diferentes culturas percebem a interação entre humanidade, natureza e o cosmo. Autores como Pinheiro (2019) têm sido defensores na promoção da "descolonização" da ciência, um movimento que desafia as predisposições eurocêntricas historicamente arraigadas e busca cultivar uma ciência que seja justa, culturalmente informada e aberta a múltiplas perspectivas de conhecimento. Essa abordagem pluralista não apenas enriquece a compreensão do mundo, mas, também, desempenha um papel vital em garantir que o letramento científico de estudantes ao redor do globo seja holístico, representativo e inclusivo.

Outro ponto a ser considerado para processos de inclusão é a “Meta 4” do PNE (2014 – 2024), que, ao focar na universalização do acesso à Educação Básica e no atendimento educacional especializado para crianças e jovens de 4 a 17 anos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação, apresenta um avanço significativo em termos de inclusão educacional. Essa meta, de certa forma, engloba a área de Ciências, pois orienta para a diversidade das necessidades educacionais e enfatiza a importância de oferecer infraestrutura adequada, como salas de recursos multifuncionais e serviços

especializados para atender essas demandas. Ao se referir à rede regular de ensino, a Meta 4 promove a integração dos alunos em um ambiente educacional mais diversificado, o que pode enriquecer a experiência de aprendizagem de todos. No entanto, para que esse objetivo seja efetivamente alcançado, é fundamental que haja investimentos substanciais em capacitação de professores, infraestrutura e recursos didáticos adaptados, além de uma política de educação inclusiva bem estruturada, que garanta não só o acesso, mas, também, a permanência e o sucesso desses alunos no sistema educacional.

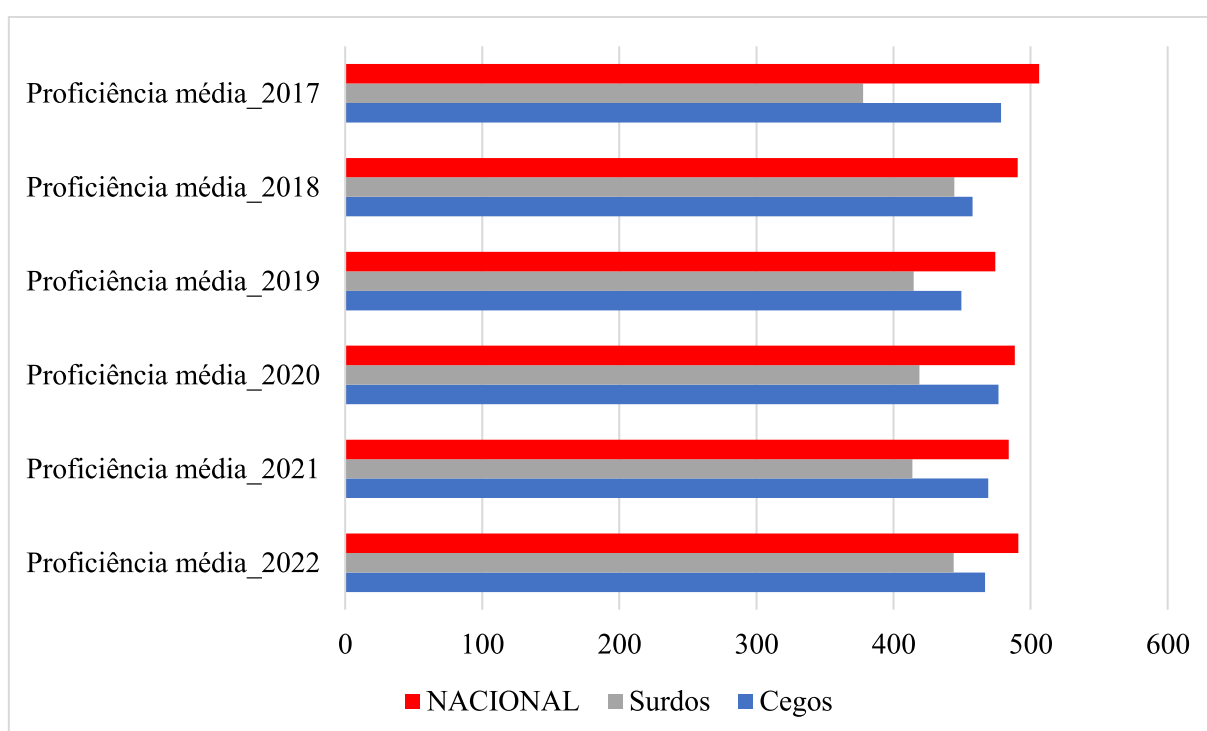
Segundo o Inep (2023), a inclusão de pessoas com deficiência visual (cegos) e auditiva (surdos) no Enem representa um passo crucial na promoção da igualdade de oportunidades educacionais. Para garantir essa inclusão, diversos processos são implementados, começando pela inscrição, onde os candidatos podem solicitar recursos de acessibilidade específicos. Para os candidatos cegos, por exemplo, o Enem oferece a prova em Braile, uma versão ampliada para aqueles com baixa visão, e o auxílio de um “ledor”, que lê as questões em voz alta. Além disso, é permitido o uso de equipamentos próprios, como o reglete e a punção, que possibilitam a escrita em Braile. Outra inovação significativa é a disponibilização de softwares leitores de tela, que transformam o texto em áudio, facilitando o acesso às questões. Para os surdos ou com deficiência auditiva, desde 2017, o Enem implementou o uso de vídeos com interpretação em Libras (Língua Brasileira de Sinais), garantindo a leitura das questões. Além disso, esses candidatos podem solicitar a presença de um intérprete de Libras para auxiliar durante a realização da prova. Em casos específicos, é oferecido o recurso de leitura labial ou a prova traduzida em Libras. Além dessas adaptações específicas, medidas gerais como tempo adicional para a realização das provas e salas de aplicação mais acessíveis são disponibilizadas para atender às necessidades desses candidatos. Estas medidas visam não apenas permitir que candidatos cegos e surdos realizem a prova, mas, também, garantem que eles possam demonstrar suas habilidades e conhecimentos em um ambiente que respeite suas particularidades.

Esses processos de inclusão no Enem refletem um esforço contínuo para tornar a educação mais acessível e inclusiva. No entanto, ainda há desafios a serem superados, como a necessidade de capacitação constante dos profissionais envolvidos e a atualização dos recursos tecnológicos, para acompanhar as mudanças e melhorar continuamente o acesso e a qualidade da experiência para esses candidatos. Além desses fatores, é preciso destacar a tardia separação de proficiência das pessoas com deficiência, especial aos surdos, nessa avaliação. Até 2015, o Enem incluía a prova para cegos, no entanto, em 2016, houve o entendimento de que uma única

prova adaptada seria o suficiente, colocando em um mesmo pacote as especificidades de cada deficiência. Ressalta-se que só a partir de 2017, os surdos conquistaram o direito de participar do Enem utilizando a Língua Brasileira de Sinais com autonomia, por meio da vídeo-prova, recurso ainda distante de ser obrigatório nas avaliações externas em geral.

Sendo assim, apresentaremos os dados da proficiência média dos estudantes cegos e surdos (2017-2022) que realizaram a prova de Ciências da Natureza do Enem na Figura 19:

Figura 19 - Proficiência média dos estudantes cegos e surdos¹⁹ (2017-2022) que realizaram a prova de Ciências da Natureza do Enem



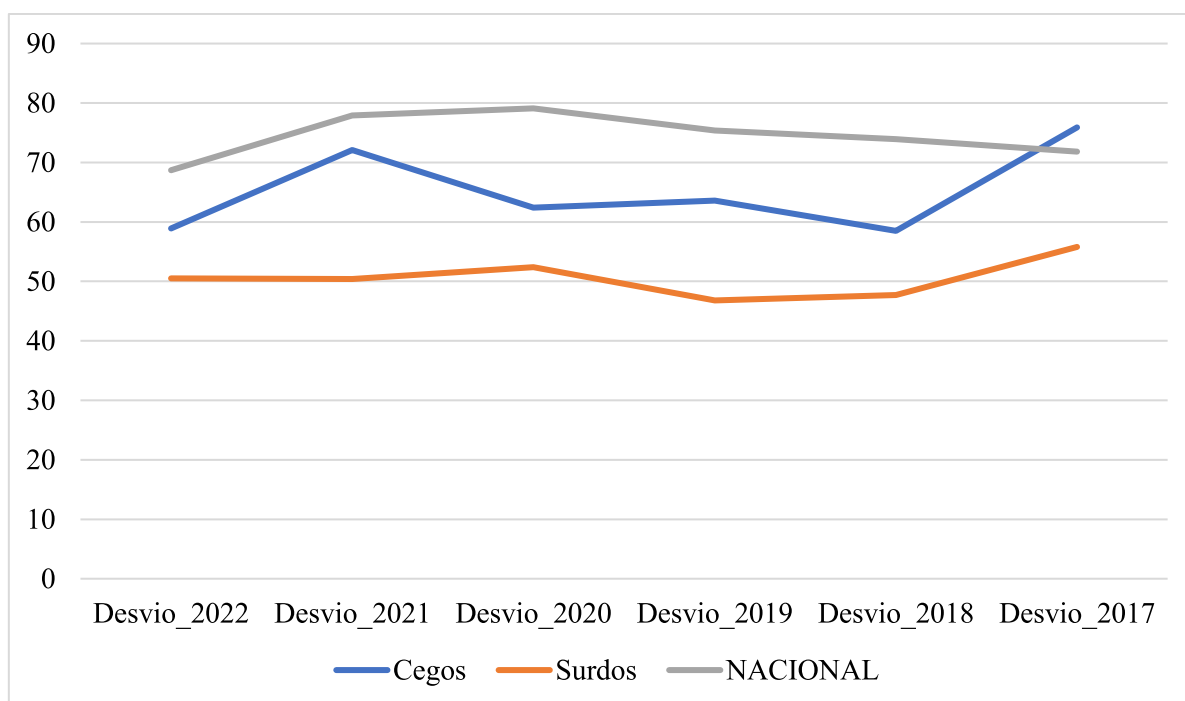
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Ao examinar os dados de proficiência média na prova de CNT do Enem, notamos tendências distintas para alunos com deficiência visual e auditiva em comparação com a média nacional. Os alunos com deficiência visual demonstraram uma proficiência mais próxima da média nacional, alcançando uma pontuação média de 466,9, em 2022. Esta pontuação representa uma queda de nível em relação aos anos anteriores, sendo 469,1, em 2021, e 476,6, em 2020. Surpreendentemente, essa pontuação é superior à registrada em 2019 (449,6) e 2018 (457,7), mas ainda inferior à de 2017 (478,4).

¹⁹ Até 2016, não houve provas para cegos e surdos, apenas uma prova de nome adaptada. Antes disso, não havia prova para surdos, apenas para cegos.

Por outro lado, os alunos com deficiência auditiva obtiveram resultados mais baixos, com uma média de 443,8, em 2022. Este número, embora significativamente abaixo da média nacional de 491,1, em 2022, mostra uma melhoria em comparação com os anos anteriores: 413,9, em 2021, 418,9, em 2020, 414,7, em 2019, uma pontuação superior de 444,3, em 2018, e, bem abaixo de 377,9, em 2017. Ao examinar o desvio-padrão das probabilidades de acerto, nota-se uma variação nas chances de sucesso dos participantes com deficiência visual. Em 2022, o desvio-padrão foi de 58,9, o que representa uma diminuição considerável em relação aos 72,1 observados no ano anterior, conforme demonstrado na Figura 20. Essa tendência indica uma maior uniformidade nas respostas dos alunos cegos, sugerindo uma consistência em seus desempenhos.

Figura 20 - Média do desvio da proficiência média dos estudantes cegos e surdos²⁰ (2017-2022) que realizaram a prova de Ciências da Natureza do Enem



Fonte: Carvalho *et. al*, (2024).

A análise do desempenho de estudantes surdos no Enem mostra uma variabilidade nas pontuações que se mantiveram estáveis entre 2021 e 2022, com desvios-padrão de 50,4 e 50,5, respectivamente, sugerindo que, apesar das intervenções educacionais, ainda existem desafios significativos para o atendimento adequado a esse grupo. A constância do desvio-padrão pode refletir a necessidade de aprimorar a qualidade e a eficácia das adaptações e dos recursos de

²⁰ Os dados de estudantes surdos passaram a ser computados a partir de 2017.

aprendizado, apontando para a urgência de revisões nas práticas pedagógicas que atendam às necessidades específicas dos estudantes surdos. Por outro lado, a diminuição observada no desvio-padrão entre os participantes cegos sugere progressos na consistência e eficácia do suporte educacional ofertado.

A promoção do acesso ao ensino de Ciências para estudantes com deficiências visuais e auditivas representa um compromisso fundamental da educação inclusiva, cujo objetivo não se limita apenas à garantia da igualdade de oportunidades, mas, também, visa a valorizar a riqueza da diversidade de experiências dos alunos. Conforme destacado por Carvalho (2017), o acesso aos sinais para termos próprios das Ciências é ainda uma barreira linguística que afeta o desempenho dos alunos nas avaliações de Química e de Ciências da Natureza. Nesse sentido, é importante considerar e incorporar as perspectivas apenas dos estudantes com deficiência, criando um ambiente educacional que não apenas permite suas plenas participações, mas, também, os capacite a desempenhar um papel ativo na construção do conhecimento científico.

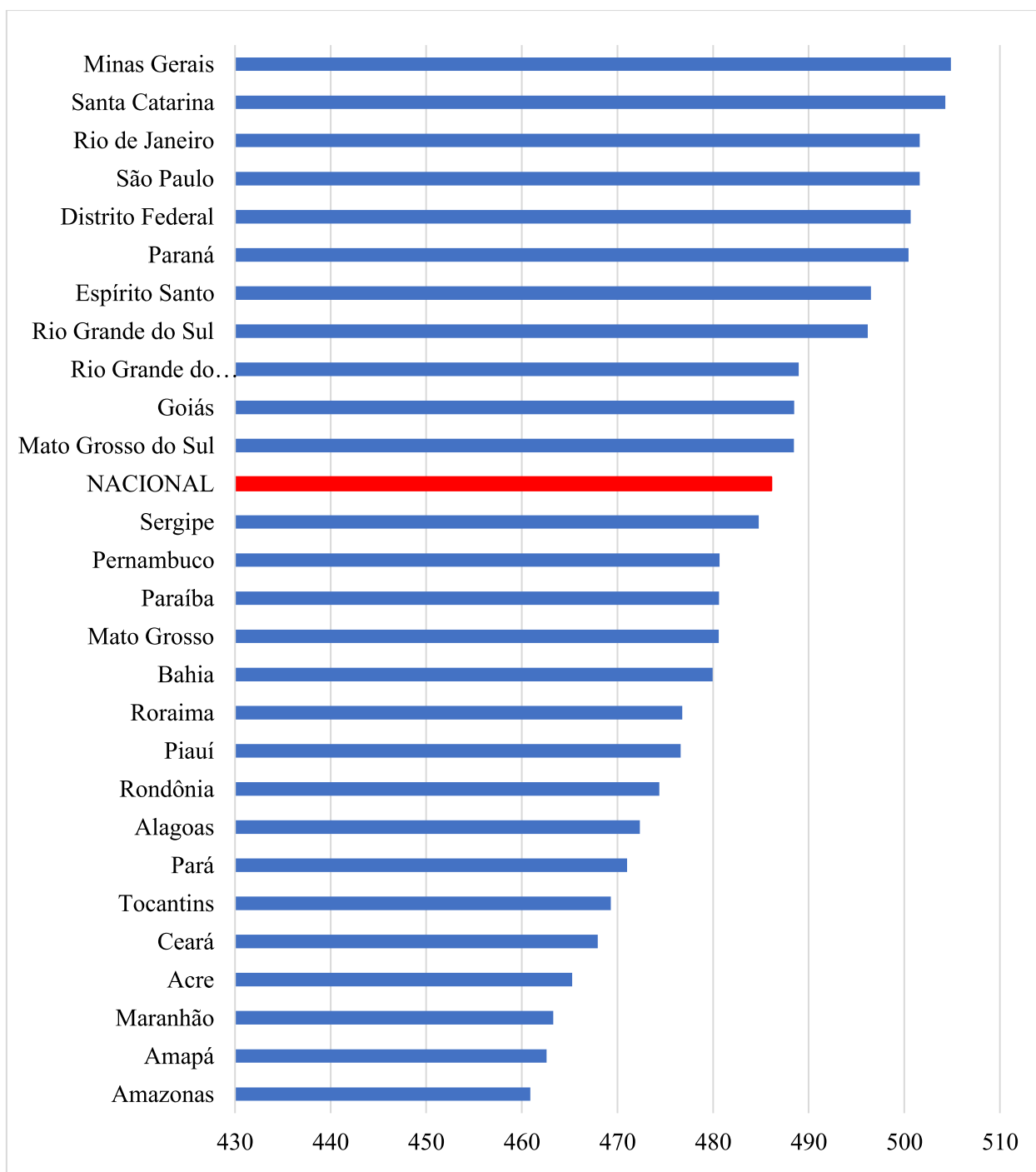
Nesse contexto, é crucial desenvolver recursos educacionais adaptados que atendam às necessidades específicas desses estudantes. Isso inclui a disponibilização de materiais em áudiodescrição para alunos com deficiência visual, vídeos com tradução em Libras para os surdos, e materiais em Braille. Além disso, é essencial investir na formação de professores, capacitando-os a utilizar esses recursos de forma eficaz e a adaptar os currículos de Ciências para garantir que os estudantes cegos e surdos possam compreender os conceitos científicos de maneira autônoma, relacionando-os com seus contextos pessoais e sociais. A busca pela igualdade de acesso ao conhecimento científico para todos os alunos é um desafio contínuo e os dados de proficiência na prova de Ciências da Natureza do Enem evidenciam a necessidade de aprimoramento com políticas e práticas inclusivas. Esses dados não apenas alertam para a importância de abordagens educacionais diferenciadas, mas, também, servem como um ponto de partida para pesquisas e discussões mais aprofundadas sobre como aprimorar a educação científica inclusiva no Brasil, garantindo que todos os estudantes tenham a oportunidade de explorar e contribuir para o mundo das Ciências.

Quando abordamos os contextos locais e nacionais, torna-se evidente que o investimento em educação no Brasil apresenta variações significativas de um estado para outro. Isso ocorre devido à autonomia de gestão e ao orçamento próprio que cada estado possui para a área educacional. Esses investimentos são influenciados por uma série de fatores complexos, incluindo o tamanho da população, a arrecadação de impostos, a alocação de recursos públicos e as prioridades condicionais no âmbito local. No entanto, é importante ressaltar que, em termos

gerais, o Brasil estabelece um valor mínimo de investimento em educação com base na sua Constituição e na legislação educacional. A Lei nº 9.394/96, conhecida como Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), determina que estados e municípios devem destinar, no mínimo, um percentual específico de suas receitas decorrentes de impostos e transferências constitucionais e legais para a manutenção e desenvolvimento do ensino. Esse percentual varia de acordo com a etapa de ensino, sendo mais elevado para a Educação Básica (que engloba o Ensino Fundamental e Médio). Entretanto, é importante destacar que não há uma obrigação específica quanto ao direcionamento desse investimento para a educação científica em cada estado. Portanto, não existem informações disponíveis sobre como exatamente os recursos destinados à educação são aplicados em atividades relacionadas às Ciências em cada unidade federativa.

Isso aponta para a necessidade de maior transparência e monitoramento dos investimentos em educação científica em nível estadual, de forma a garantir que esses recursos sejam direcionados de maneira adequada para a promoção do ensino e a aprendizagem de Ciências. Além disso, é fundamental o estímulo ao investimento direcionado à educação científica, apoiando a sua importância no desenvolvimento de competências críticas e na formação de cidadãos preparados para enfrentar os desafios científicos do século XXI. Diante disso, a Figura 21 apresenta a proficiência média dos concluintes do Ensino Médio desde a implementação do PNE vigente:

Figura 21 - Média da proficiência média dos estudantes por estado (2014-2022) que realizaram a prova de Ciências da Natureza do Enem



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

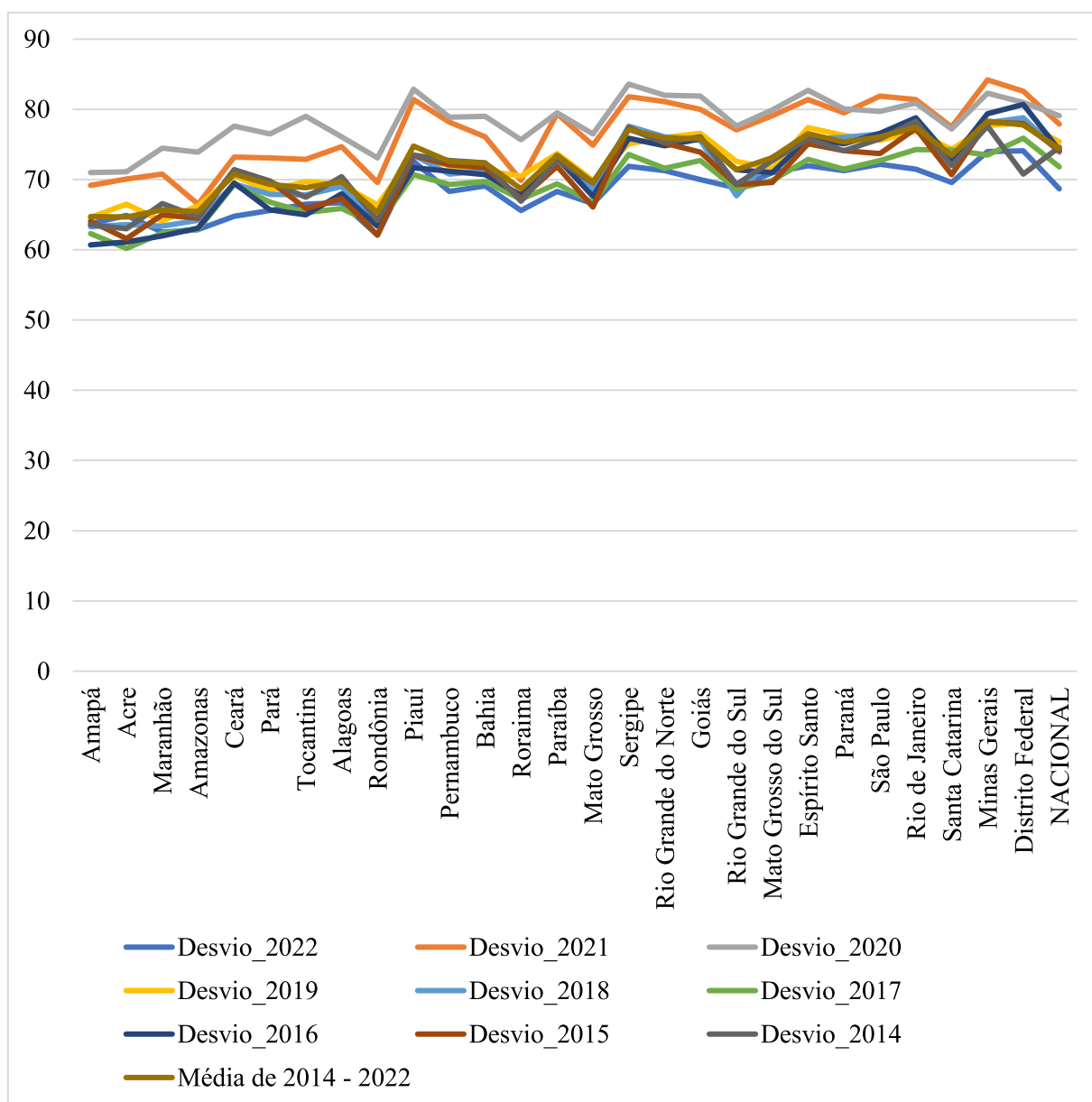
A análise das médias de proficiência em Ciências, no Enem, em diferentes estados do Brasil revela uma disparidade significativa que pode estar associada a aspectos sociodemográficos e de distribuição de renda. É importante ressaltar que a proficiência dos estudantes em Ciências está intrinsecamente ligada à qualidade da educação e ao investimento

governamental na área. Primeiramente, podemos observar que estados com médias de proficiência mais elevadas, como o Distrito Federal, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro e Santa Catarina, apresentam geralmente um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) mais alto e uma distribuição de renda mais equitativa. Esses estados têm maior capacidade de investimento em infraestrutura escolar, formação de professores e disponibilidade de recursos didáticos, fatores que são imprescindíveis para a melhoria do desempenho dos estudantes em Ciências. Por outro lado, estados com médias de proficiência mais baixas, como o Maranhão, o Amapá e o Amazonas, frequentemente enfrentam desafios socioeconômicos, como altas taxas de pobreza e desigualdade de renda. Esses estados têm dificuldades em disponibilizar recursos adequados para a educação, o que pode afetar o ensino de Ciências e a proficiência dos estudantes.

Outro fator relevante é a disponibilidade de profissionais para lecionar Ciências. Estados com políticas de valorização dos professores e programas de formação continuada tendem a obter melhores resultados, pois contam com educadores mais preparados para ministrar o conteúdo de maneira eficaz. Além disso, a cultura científica e o acesso a oportunidades extracurriculares relacionadas a essas disciplinas também desempenham um papel importante. Além disso, nos estados onde existem instituições de pesquisa, museus e atividades científicas para estudantes, a motivação para aprender Ciências pode ser maior, o que se reflete em melhores resultados. Portanto, para a promoção de uma educação mais equitativa e elevar o nível de proficiência em Ciências em todo o país, é fundamental que o governo federal e os governos estaduais adotem políticas educacionais abrangentes que abordem essas disparidades e garantam a igualdade de oportunidades de aprendizagem para todos os estudantes, independentemente de sua localização geográfica ou condição socioeconômica.

Com o objetivo de ampliar essas informações, analisamos os desvios-padrão da proficiência média por estado (Figura 22), indicando que há uma heterogeneidade significativa dentro de cada unidade federativa.

Figura 22 – Desvios-padrão da média da proficiência média dos estudantes por estado (2014-2022) que realizaram a prova de Ciências da Natureza do Enem



Fonte: Carvalho *et al.*, (2024).

Com base nos resultados obtidos, é possível notar que estados do Sergipe e Distrito Federal apresentam desvios significativamente elevados nas pontuações dos estudantes em Ciências da Natureza. Essa discrepância sugere uma notável variabilidade na qualidade da educação científica dentro desses estados, indicando que alguns alunos podem estar recebendo uma educação em Ciências de alta qualidade, enquanto outros enfrentam desafios significativos em seu aprendizado.

Por outro lado, estados como Amapá e Amazonas, embora tenham desvios menores em comparação com Sergipe e Distrito Federal, ainda demonstram uma variabilidade considerável em suas pontuações em Ciências da Natureza. Essa observação levanta a possibilidade de que existam núcleos de excelência em educação científica dentro desses estados, coexistindo com áreas de baixo desempenho em Ciências. Isso sugere que, mesmo em estados com desvios mais baixos, a qualidade da educação científica pode ser altamente heterogênea, com algumas regiões produzindo resultados notáveis, enquanto outras enfrentam dificuldades substanciais.

Essa análise reforça a importância da adoção de avaliações mais personalizadas e adaptadas às realidades locais. É crucial o reconhecimento de que a educação não é uniforme em todo o país, e as políticas educacionais devem levar em consideração as nuances de cada região. Isso implica em fornecer recursos e suporte em localidades mais carentes, a fim de garantir que todos os estudantes, independentemente de sua localização, tenham a oportunidade de atingir seu potencial pleno. Além disso, é fundamental investir tempo em pesquisa e recursos financeiros na identificação e disseminação das melhores práticas educacionais para as Ciências que estão produzindo resultados positivos nas avaliações de larga escala, em detrimento das áreas com desempenho inferior.

7.2 PERCEPÇÕES DE FORMAÇÃO: A VOZ DOS PROFESSORES DE QUÍMICA SOBRE AVALIAÇÕES EDUCACIONAIS EM GRANDE ESCALA

Diante do cenário apresentado sobre o Enem e, conseqüentemente, sobre a transformação no ensino das Ciências, emerge a necessidade de explorar as percepções dos professores de Química sobre avaliações educacionais externas em grande escala, passados quinze anos da primeira aplicação do Enem. Essa investigação envolve uma análise de como esses educadores veem, entendem e se apropriam das avaliações externas nacionais ou internacionais, e de como estas percepções e estratégias influenciam as práticas pedagógicas em sala de aula. O conhecimento dessa perspectiva ao projetar um plano educacional para os próximos dez anos é crucial para entender como os educadores de Química se adaptam às mudanças e desafios trazidos por essas avaliações. Além disso, é importante ressaltar que os professores são agentes-chave nesse processo de evolução.

Ao examinar as visões dos professores sobre as avaliações em larga escala, com base nos relatos da literatura, podemos compreender melhor as lacunas na formação docente e identificar oportunidades para o fortalecimento de suas habilidades e conhecimentos. Partir

desse entendimento é essencial para desenvolver estratégias de apropriação dessas avaliações, para que as perspectivas de ensino não apenas se alinhem às normas nacionais e internacionais, mas que, também, sejam sensíveis às necessidades e realidades de cada sala de aula (PCN, 1997).

Observa-se que avaliações como o Enem e o Pisa, em contexto global, não apenas configuram a educação contemporânea, mas, são interpretadas de maneiras distintas por esses educadores. Esta variedade de interpretações, documentada em estudos de Maceno *et al.* (2011), Santos *et al.* (2013), Ciszewski (2016) e Carvalho e Cintra (2019), reflete como esses instrumentos influenciam não somente a prática pedagógica, mas, também, a perspectiva dos educadores sobre o ensino e a aprendizagem em Química. Neste contexto, essas avaliações representam uma força motriz que requer uma adaptação tanto do currículo quanto das práticas de ensino, que frequentemente surge de expectativas institucionais e sociais, como destacado por Santos *et al.* (2013). Esta dinâmica pode resultar em um ensino excessivamente centrado em testes, gerando responsabilização forte (Bonamino; Sousa, 2012), restringindo a amplitude da educação em Química e exacerbando o estresse e a ansiedade entre professores e alunos, uma preocupação salientada por Maceno (2012).

Nesse sentido, a influência das avaliações em larga escala na metodologia de ensino é uma realidade incontornável no cenário educacional atual, especialmente no ensino de Química. Os professores, muitas vezes, encontram-se na posição de ter que “ensinar para o teste”, uma prática que envolve concentrar o ensino em conteúdos e habilidades específicas que são frequentemente objeto de avaliação (Zanchet, 2007, Maceno, 2012, Correa; Santos, 2023). Esta abordagem, embora possa apresentar melhorias nos resultados dos alunos nessas avaliações, tem o potencial de restringir significativamente a amplitude e a profundidade do currículo de Química (Maceno *et al.*, 2011). Ao priorizar os tópicos mais prováveis de serem testados, outros conceitos igualmente importantes podem ser ignorados, limitando assim a compreensão holística e o desenvolvimento integral dos estudantes. Isso não impacta apenas a qualidade da educação em Química, mas, também, pode influenciar a percepção dos alunos sobre a matéria, reduzindo-a a um conjunto de fórmulas e conceitos a serem memorizados para exames, em vez de uma ciência dinâmica e exploratória.

Ademais, a valorização profissional dos professores é profundamente impactada pelas avaliações em larga escala, pois, muitas vezes, são percebidas como um reflexo direto da qualidade do ensino ministrado (Locco, 2005; Zanchet, 2007; Maceno, 2012; Pereira *et al.*, 2023). Essa percepção pode ter um efeito significativo na autoimagem e na motivação

profissional dos educadores. Quando os alunos obtêm bons resultados, os professores podem sentir uma validação de suas habilidades e métodos pedagógicos, o que reforça sua autoconfiança e satisfação profissional. Por outro lado, resultados insatisfatórios podem levar à autocrítica e questionamentos sobre a eficácia de suas práticas de ensino, potencialmente afetando a autoestima e a motivação. Logo, essa dinâmica coloca uma pressão adicional sobre os professores, que podem se sentir constantemente avaliados e julgados com base nos desempenhos de seus alunos em testes padronizados, influenciando não apenas seu bem-estar emocional, mas, também, suas abordagens pedagógicas e o relacionamento com os alunos.

Em contraposição, considera-se que as avaliações externas oferecem oportunidades inovadoras para medir objetivamente o progresso dos estudantes e prover devolutivas para aperfeiçoar o ensino, conforme observado por Zanchet (2007), Maceno (2012) e Spazziani (2019). No entanto, Zanchet (2007) destaca que, embora os professores reconheçam a importância de avaliações como o Enem, muitas vezes não realizam uma análise epistemológica dos fundamentos conceituais e pedagógicos que sustentam o exame, uma perspectiva também corroborada por Maceno (2012). Este cenário sublinha a complexidade da relação entre avaliações padronizadas e a qualidade da educação em Química, revelando desafios e oportunidades para educadores e formuladores de políticas educacionais.

A literatura revela, ainda, que o debate sobre as percepções e as lacunas na formação dos professores de Química quanto às avaliações em larga escala é intrincado e diversificado, evidenciando uma gama de percepções e práticas pedagógicas variadas, conforme indicado por Locco (2005), Maggio (2006), Zanchet (2007), Maceno (2012) e Correa e Santos (2018). Conforme Maceno e Guimarães (2013), a abordagem dos professores de Química em avaliações, frequentemente, se baseia em elementos como verificação, validação e quantificação, propiciando, assim, espaço para mudanças metodológicas. Essa orientação clássica, que valoriza a memorização e a repetição, afeta de modo significativo a seleção de conteúdos para o currículo de Química, assim como a sua relação com os critérios avaliados no Enem.

As entrevistas que realizamos indicam que 90% dos professores relatam a ausência de preparação durante sua formação inicial ou continuada, principalmente no que tange ao entendimento das estruturas de teste, critérios de avaliação e desenvolvimento de estratégias eficazes para aprimorar as habilidades dos alunos. A fala da Ana é representativa nesse contexto:

Vinicius: Ok, Ana. Perfeito. E você já participou, Ana, de algum grupo de formação em Química, ou em disciplina de faculdade, pós-graduação, curso,

que discute os resultados estatísticos dessas avaliações educacionais, voltados para a compreensão de competências e habilidades previstas no conteúdo de Química?

Ana: Não, que eu lembre aqui, não.

Vinicius: E você gostaria de saber, o quê que esses números estatísticos informam pedagogicamente sobre o conhecimento dos estudantes onde você trabalha?

Ana: Eu acho, eu gostaria sim. Eu acho que é importante sim.

Também na fala de Caio:

Vinicius: Você já participou, Caio, de algum grupo de formação em Química, na disciplina de faculdade, pós-graduação, algum curso, que discute, os resultados estatísticos das avaliações educacionais, voltados para compreensão de competências e habilidades previstas no conteúdo de Química?

Caio: Não, nunca participei.

Vinicius: É, você gostaria de saber, é, o que os números estatísticos, informam pedagogicamente, sobre o conhecimento dos estudantes de onde você trabalha?

Caio: Claro, claro.

Outros participantes mencionam ter tido alguma formação em colégios com perfil de cursinho, sendo que uma delas já experimentou a elaboração de itens como autora externa para empresas que produzem testes:

Vinicius: Você, Paula, já participou de algum grupo de formação em Química, na disciplina numa faculdade, na pós-graduação, em algum curso, que discutiu os resultados estatísticos das avaliações educacionais, voltados para a compreensão de competência e habilidades previstas, para Química? Você já participou?

Paula: Não. Nitidamente, assim, não. Nós já tivemos algumas discussões bem, bem pontuais, nada que fosse aprofundado não.

Vinicius: Você gostaria de conhecer e saber um pouco mais sobre esses números estatísticos, o quê que eles informam pedagogicamente?

Paula: Gostaria muito. Seria muito bom, participar de alguma coisa disso.

Também na fala de Maria:

Vinicius: Maria, você já participou de algum grupo de formação em Química, ou uma disciplina na faculdade, na pós-graduação, em algum curso, que chegou a discutir os resultados estatísticos, de avaliações educacionais, voltados para a compreensão de habilidades, do conteúdo de Química?

Maria: Entendi. Tô pensando aqui. Especifico de Química... Eu acho que não... Eu acho que não, Vinicius, não tô me lembrando não. Já fiz item para uma empresa aí, mas nunca tive formação.

Vinicius: E assim, você como professora de Química, teria interesse, de entender esses números estatísticos, o que informam pedagogicamente sobre a Química?

Maria: É. Eu acho que seria interessante. Sim.

Além disso, a escassez de recursos didáticos adequados e de apoio institucional robusto, muitas vezes, coloca uma carga adicional sobre os educadores, exigindo que compensem essas deficiências com recursos próprios ou improvisações (Carvalho; Cintra, 2019). Além disso, um desalinhamento notável entre a estrutura das avaliações externas e as práticas pedagógicas contemporâneas de Química cria um fosso entre o ensino eficaz e a preparação para esses testes. Como práticas pedagógicas contemporâneas, consideramos a aprendizagem baseada em habilidades e competências (Zanchet, 2007) e a integração de conceitos tanto contextualizados como interdisciplinares, apontados pela realidade pesquisada por Carvalho e Cintra (2019). Essa discrepância entre a formação dos professores e as demandas das avaliações não só prejudica a qualidade do Ensino de Química, que está contido na grande área de Ciências da Natureza, mas também impacta a habilidade dos professores de preparar seus alunos para essas avaliações, refletindo a necessidade urgente de revisões e melhorias nas estratégias de formação docente.

As implicações das avaliações em larga escala no ensino de Química levam a várias recomendações essenciais. Primeiramente, é imprescindível proporcionar aos professores uma formação continuada que os capacite a compreender e utilizar essas avaliações de maneira eficaz, mantendo a qualidade e a abrangência do ensino. Essa formação deve enfatizar tanto as técnicas de avaliação quanto as estratégias pedagógicas inovadoras. Em segundo lugar, o apoio institucional é crucial: escolas e sistemas educacionais devem fornecer recursos didáticos adequados e suporte pedagógico, de modo a alinhar as práticas de sala de aula às demandas das avaliações. Além disso, é imprescindível que os professores adotem uma postura crítica em relação a essas avaliações, registrando suas limitações e explorando seu potencial como ferramentas para diagnóstico e planejamento pedagógico (Maggio, 2006; Maceno, 2012). Por fim, recomenda-se um diálogo mais estreito entre professores e as empresas que elaboram as avaliações, garantindo que os testes representem de forma mais precisa as competências e habilidades relevantes na aprendizagem de Química. Esse diálogo poderia resultar em avaliações mais alinhadas às necessidades reais dos alunos e aos objetivos educacionais contemporâneos, contribuindo, significativamente, para a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem em Química.

Diante desse panorama, torna-se crucial que os professores encontrem um equilíbrio entre a preparação para esses testes e a manutenção de uma abordagem educacional holística e engajadora, considerando também a necessidade de desenvolvimento profissional focado e uma avaliação crítica das próprias avaliações em larga escala. Assim, a percepção das avaliações em

larga escala pelos professores de Química se revela duplamente facetada, oscilando entre o desafio restritivo e a oportunidade de aprimoramento do ensino e da aprendizagem.

7.2.1 A percepção das avaliações externas pela ótica dos professores de Química da Educação Básica – Categorias em Análise

Com base nas referências teóricas já discutidas, que versam sobre as avaliações externas e a formação especializada de professores para compreender essas avaliações, nos parece que a pergunta da entrevista “Sobre as avaliações externas, qual é a primeira palavra que vem à sua cabeça? Por que essa palavra?” (Apêndice A), é altamente relevante para o cenário da educação brasileira, sobretudo para professores que participaram dessa pesquisa, pois oferece uma oportunidade valiosa para compreender as percepções, opiniões e preocupações dos docentes em relação a essas avaliações.

Com base na análise das respostas dos professores, propusemos três categorias de resposta em relação às avaliações externas, conforme a Análise de Conteúdo de Bardin (2016). As categorias são: Má utilização dos dados e Desconfiança; Desorganização e Falta de sentido; e, por fim, Incompletas e Não representativas, conforme apresenta o Quadro 10.

Quadro 10 - Categorias de Percepção dos Professores de Química em relação às Avaliações Externas

Categorias	Unidades de registro
Má Utilização dos Dados e Desconfiança	• P1 expressa a percepção de que as avaliações externas são mal utilizadas, destacando a falta de compreensão sobre o propósito prático dessas avaliações; • P4 menciona o medo associado à pressão das avaliações externas, enfatizando a cobrança excessiva e o impacto na autoconfiança dos professores e alunos; • P10 aponta a falta de precisão nas avaliações externas devido à heterogeneidade no Brasil, especialmente, referindo-se ao Enem, destacando a dificuldade em aplicar um único padrão de avaliação para uma população tão diversa.

(continua)

(continuação)

Categorias	Unidades de registro
Desorganização e Falta de Sentido	• P6 descreve a avaliação externa como desorganizada e sem sentido, destacando a falta de propósito percebida pelos alunos, o que leva à desmotivação e à falta de engajamento; • P9 aponta a falta de preparação e desinformação na aplicação das avaliações, incluindo problemas logísticos, como falta de condições financeiras para impressão e questões descontextualizadas com a realidade, resultando em uma experiência desorganizada para professores e alunos; • P5 descreve a confusão causada pela avaliação externa, mencionando a preocupação dos alunos, a manipulação dos resultados e a falta de correspondência entre as questões e a faixa etária dos estudantes. Também enfatiza a necessidade de esclarecimento sobre o propósito das avaliações.
Incompletas e Não Representativas	• P3 menciona que as avaliações externas são incompletas e não conseguem capturar a realidade vivida na escola, indicando uma desconexão entre o conteúdo das avaliações e a experiência dos alunos no ambiente escolar; • P7 e P8 destacam que os avaliadores externos não representam a realidade dos alunos em sala de aula, sendo vistos como algo fora do contexto educacional cotidiano.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A categoria “Má utilização dos dados e Desconfiança” foi pensada, pois os professores expressam a preocupação com a forma como os dados das avaliações externas são utilizados. Esses profissionais demonstram falta de confiança na maneira como a qual esses dados são interpretados e aplicados, questionando a eficácia das avaliações externas em fornecer informações úteis para melhorar a qualidade do ensino. Além disso, há uma sensação de desconfiança em relação à finalidade real das avaliações e à praticidade dos resultados. Para a professora 1 (P1), a palavra que veio à mente foi “má utilização”, "Nossa, eu acho que é mal, acho que é mal utilizado. Não sei se tem uma palavra, assim, certa. No caso da Química eu não

vejo muita avaliação externa, na verdade não, mas eu sempre penso na má utilização dos dados.". Ela expressou sua preocupação sobre a falta de compreensão prática sobre como os dados das avaliações externas são utilizados.

Segundo Gatti (2007), no Brasil há muitas avaliações destinadas a mensurar a qualidade do ensino, no entanto, a autora aponta que as políticas de avaliação têm se concentrado no rendimento escolar, sobrepondo os aspectos quantitativos em relação ao qualitativo. Um exemplo são as metas de desempenho apresentadas no PNE (2014-2024) na avaliação do Pisa para as áreas de Leitura, Matemática e Ciências, o que leva a uma visão reducionista da qualidade da educação. Gatti (2007) questiona a utilidade dos resultados das avaliações externas para professores, alunos e gestores, indagando se esses dão meros instrumentos de comparações desproporcionais. A desproporcionalidade dessas comparações pode causar “medo”, palavra escolhida pelo Professor 4 (P4) que enfatiza a pressão que as avaliações externas exercem sobre os docentes e discentes: "É uma cobrança muito grande essas avaliações externas... Sempre recai sobre os professores... Eu falei a palavra medo, foi a que me veio mais na cabeça, assim.". Ele menciona a preocupação contínua com os resultados e a comparação do desempenho dos estudantes, particularmente em cidades menores, onde tal disparidade pode gerar um clima de competição e ansiedade. Essa dinâmica pode fomentar um ambiente educacional mais competitivo e menos colaborativo, o que pode afetar negativamente o bem-estar de alunos e professores, além de comprometer a qualidade do ensino de Química. A origem do medo pode se dar pela transição das avaliações diagnósticas (primeira geração), que são mais focadas em entender a qualidade da educação sem consequências diretas, para as avaliações de segunda e terceira gerações, que vinculam os resultados a recompensas ou orientações e intensificam, significativamente, a pressão sobre os educadores e alunos (Bonamino; Sousa, 2012).

Vieira e Fernandes (2011) afirmam que professores sentem uma grande pressão, principalmente, porque a direção das escolas, muitas vezes, os responsabiliza pelo sucesso ou fracasso dos alunos nos exames. Isso cria um ambiente de tensão e expectativa em torno dos resultados, com os professores se sentindo diretamente responsáveis pelo desempenho dos alunos. Isso pode levar a práticas pedagógicas voltadas principalmente para o “ensino para o teste”, em detrimento de uma abordagem mais holística e integral da educação. A ênfase nas avaliações como medida de sucesso educacional coloca os professores sob uma lente de escrutínio constante, na qual são frequentemente considerados diretamente responsáveis pelos resultados dos alunos.

Já a professora 10 (P10), ao manifestar que “É... Eu acho que... é uma avaliação, que não é muito precisa, por conta da heterogeneidade que a gente tem no Brasil, né? É, principalmente o Enem que é único e não atende a todos. ”, deixou dúvidas na análise se estaria inclinada a expressar que as avaliações não são representativas, pois, em seguida, diz que “[...] não concordo às vezes com a forma que o conteúdo é cobrado, com o número de questões, com a análise do exame em si.”. Diante disso, percebemos que a resposta havia sinais de ausência de compreensão sobre os objetivos da avaliação externa e o próprio funcionamento de tratamento de resultados no Enem, o que gera a desconfiança no entendimento dos resultados e na eficácia dessa avaliação. Dessa forma, para P10, a falta de precisão das avaliações externas se justifica pela diversidade no Brasil, especialmente no contexto do Enem, destacando que um único tipo de avaliação não pode atender às necessidades variadas de todos os alunos.

A categoria que destaca a má utilização dos dados e a desconfiança evidencia o impacto negativo causado pela falta de formação específica dos professores de Química em relação às avaliações educacionais de larga escala. Compreender a utilização dos resultados dessas avaliações e as suas apropriações são aspectos cruciais para as práticas docentes e a relevância da Química na promoção do avanço social. A desconfiança em relação a essas avaliações pode levar a uma desconexão com o propósito do instrumento e resultar em menor aplicação dos seus resultados no cotidiano escolar. A formação dos professores nesse aspecto é essencial para que possam utilizar esses dados de maneira construtiva e integrada à sua prática pedagógica.

Na categoria “Desorganização e Falta de sentido”, os professores expressam a percepção de que as avaliações externas são desorganizadas e carecem de propósito claro. Eles destacam a falta de sentido percebida pelos alunos, levando à falta de motivação e engajamento durante as avaliações. Os professores também observam uma desconexão entre o propósito das avaliações e a experiência educacional, levando a uma sensação de falta de sentido e relevância. O professor 2 (P2) menciona a "desorganização" e a presença de “muitas opiniões” no sistema educacional. Ele destacou a falta de conexão entre as avaliações externas e a realidade da sala de aula, sublinhando a desconexão entre as políticas educacionais e a prática pedagógica.

Deixa muito a desejar, eu acho que, é, eles mudam muito de informação, é muita opinião no sistema educacional. Às vezes tem muita gente que lida com a educação, é, pela secretaria de educação, mas que não tem noção do que acontece dentro da sala de aula.

“Desorganização” também foi a palavra escolhida pelo professor 6 (P6), ao se referir à avaliação externa, acrescentando outras expressões como "desorganização total" e

"desorientação". Ele apontou a falta de motivação dos alunos, que veem essas avaliações como uma formalidade sem significado.

“A primeira palavra para mim é desorganização de tudo, desorientação total... Acontece uma falha de comunicação com alguém, e você não sabia que seria aquele horário, aquele dia, e você tem que improvisar sua aula, improvisar sua rotina dentro da escola”.

A professora 5 (P5) demonstra “confusão”, em relação às avaliações externas. Ela destacou a incompreensão dos alunos diante das avaliações, a falta de clareza sobre a relevância e o propósito, bem como a falta de correspondência entre as questões propostas e a realidade dos alunos.

Eu vejo que, que, é, os meninos, às vezes, ficam muito perdidos do que fazer essas avaliações... Eu acho que falta um pouco de esclarecimento, sabe? Principalmente nessa relação nossa de professor-aluno, da importância dessas avaliações.

A P5 dissertou, ainda, sobre a sua “dificuldade de compreensão” quando diz "Eu tenho essa confusão de pensamentos sobre, é, avaliação externa. Qual é, é a real importância, se é só uma política do estado, em falar em número sobre a escola, que às vezes não condiz com a realidade da escola". No trecho analisado, a participante P5 revela limitações específicas em compreender os objetivos, o tratamento dos resultados e a apropriação dos dados das avaliações externas. Sua confusão de pensamentos evidencia incerteza quanto à real importância dessas avaliações, questionando se representam apenas uma política estatal que se traduz em números sobre a escola, muitas vezes desconectados da realidade vivida no ambiente educacional. Essa percepção evidencia a falta de clareza de P5 sobre o propósito das avaliações externas e destaca a necessidade urgente de uma comunicação eficaz, transparência e orientação para que os educadores compreendam plenamente o impacto dessas avaliações em suas práticas pedagógicas e no sistema educacional como um todo.

A descrição de Vieira e Fernandes (2011) sobre a tensão experimentada pelos professores durante a aplicação de testes nas escolas lança luz sobre um aspecto crucial da dinâmica educacional. Quando os professores caracterizam esses momentos como tensos e disruptivos da rotina normal da sala de aula, evidencia-se uma desconexão entre as práticas pedagógicas cotidianas e os processos de avaliação externa. Essa tensão não reflete apenas o estresse e a ansiedade que tais avaliações podem gerar nos educadores, mas, também, aponta para uma possível falha na integração entre os métodos de ensino regulares e os critérios de avaliação tributária externa. Essa discrepância pode levar a uma atmosfera educacional onde o

foco se desloca do desenvolvimento holístico e contínuo do aluno para um objetivo imediato e pontual de alcance de dados específicos em testes.

Diante da tensão, há a improvisação, que pode estar relacionada às palavras escolhidas pela professora 9 (P9), que destacou o “despreparo” e a “desinformação”, ao se referir à aplicação das avaliações externas: “Parece que já existe uma cultura desses estudos externos também na mente dos alunos, na própria escola, né? A cultura de que é uma mera formalidade, que você tem que fazer aquilo ali e se não valer ponto você não faz.”. Ela elencou exemplos de alguns fatores que levam a isso: falta de recursos, problemas logísticos e falta de conscientização dos alunos sobre a importância dessas avaliações.

Apesar de Gatti (2009) observar a evolução para uma cultura de avaliação educacional focada em responsabilidade (*accountability*) e indicar que esse é um indicativo positivo de maturidade e compromisso com a qualidade e eficácia do ensino, P9 apresenta uma experiência diferente. A professora retrata o descaso generalizado com essas avaliações, em que o professor da escola se vê obrigado a pontuar a presença do estudante para que possa realizar o teste. Esse descaso pode estar relacionado à percepção da cultura da avaliação no contexto educacional que, muitas vezes, enfatiza os resultados quantitativos e a prestação de contas, em vez de focar no desenvolvimento e na aprendizagem dos alunos. Essa ênfase pode levar os professores de Química a perceber as avaliações externas como ferramentas de julgamento em vez de oportunidades para crescimento e melhoria. Quando as avaliações são vistas como arbitrárias ou desconectadas das realidades da sala de aula, os professores podem questionar sua relevância e utilidade.

Gatti (2009) elucida que, para garantir a boa cultura da avaliação na escola, deve-se ter um debate crítico e construtivo sobre os métodos, critérios e propósitos. O desafio é garantir que esses processos avaliativos sejam justos, transparentes e alinhados aos objetivos educacionais do país, evitando práticas de avaliação que possam ser realizadas como punitivas ou desconectadas das realidades locais. No entanto, a formação de professores de Química muitas vezes não focaliza a compreensão e o uso eficaz das avaliações externas. Isso pode resultar em uma falta de preparo para interpretação e integração dos resultados dessas avaliações em suas práticas pedagógicas. Sem uma compreensão clara sobre como essas avaliações funcionam e sobre qual é o seu propósito, os professores podem percebê-las como “desorganizadas” e “sem sentido”, especialmente se sentirem que os instrumentos não refletem adequadamente o conteúdo ou as habilidades ensinadas em sala de aula.

Nesse sentido, os docentes que descrevem as avaliações externas como “desorganizadas” e “sem sentido” podem estar refletindo uma desconexão entre a teoria e a prática. Se os professores não entendem como as avaliações são projetadas, como os dados são utilizados, ou como eles podem fornecer informações para a prática pedagógica, é natural que essas avaliações pareçam desprovidas de propósito ou vistas como mal planejadas. Essa percepção pode ser agravada se os professores sentirem que as avaliações não levam em conta a diversidade de contextos de aprendizagem ou as necessidades individuais dos alunos. Além disso, essa percepção pode ter implicações negativas na prática pedagógica. Os professores podem se sentir desmotivados para integrar os indicadores dessas avaliações em suas estratégias de ensino, o que pode levar a um ensino de Química menos eficaz, sobretudo, com oportunidades perdidas para o aprimoramento profissional.

Em relação à essa desconexão das avaliações com a realidade local, algumas respostas resultaram na categoria “Incompletas e Não representativas”. Nesta categoria, os professores indicam que as avaliações externas são incompletas e não apresentam um parâmetro que se aproxime da realidade vivida na escola. Os professores sentem que as avaliações não representam completamente as habilidades e o conhecimento dos alunos, levando a uma visão distorcida do desempenho educacional. Para o professor 3 (P3), a palavra que veio à mente foi “incompleta”. No trecho “Eu sinto que elas são incompletas... Não conseguem pegar, a realidade, é... Que a gente, vive na escola.”, ele ressaltou que há aspectos importantes que não são considerados nas avaliações externas. Essa fala vai ao encontro da concepção do professor 7 (P7), para o qual a avaliação externa representa “não realidade”. Na resposta de P7 diz: “Não realidade, porque normalmente as avaliações externas elas não trazem a realidade do aluno em sala de aula”. Dessa forma, ele enfatizou que essas avaliações não refletem a verdadeira experiência dos alunos, estabelecendo uma desconexão entre o que é avaliado externamente e o que realmente acontece no ambiente educacional. Para o Professor 8 (P8), a avaliação externa também é “fora da realidade dos alunos”:

[...] eu penso em algo fora da realidade dos alunos, então, não é uma palavra, né? Eu acho, estou pensando aqui numa palavra que pode entrar nisso, mas é fora da realidade dos alunos, porque, normalmente, a quantidade de coisa que é cobrada, não dá para dar para os alunos realmente, né? No tempo que a gente tem.

Compreendemos que “a realidade escolar” concernente ao ensino de Química é muitas vezes caracterizada por uma diversidade significativa em termos de recursos, contextos de

aprendizagem e necessidades dos alunos. As avaliações externas, que tendem a adotar uma abordagem mais padronizada, podem não refletir adequadamente essa diversidade. Como resultado, esses professores, que lidam com conceitos complexos e muitas vezes abstratos, podem achar que esses instrumentos falham em capturar a essência de seu ensino e o aprendizado dos alunos.

Na formação de professores, particularmente no que diz respeito aos de Química, uma ênfase significativa é geralmente colocada no conteúdo disciplinar e nas metodologias de ensino. Contudo, pode haver uma lacuna na preparação dos professores de Química para entender e se engajar efetivamente com as avaliações externas. Gatti (2009) aponta para uma lacuna significativa na formação especializada dentro dos cursos de educação, direcionada para profissionais que atuarão em avaliações educacionais. Se os professores não são adequadamente capacitados para interpretar e utilizar os resultados dessas avaliações, eles podem percebê-las como “incompletas” ou “não representativas” do aprendizado real dos alunos. Porém, quando os professores descrevem avaliações externas dessa forma, estão frequentemente expressando uma preocupação com a validade dessas avaliações. Eles podem sentir que essas avaliações não abrangem todas as habilidades e competências que os alunos devem aprender em Química, ou que não levam em conta os diferentes estilos de aprendizagem e os contextos educacionais. Além disso, a percepção de que as avaliações são não representativas pode surgir da sensação de que nelas não são consideradas as circunstâncias e desafios específicos de cada escola ou região.

Maceno (2012) identifica uma série de percepções dos professores sobre o Enem, abrangendo seu papel na socialização de conteúdo, como facilitador de acesso ao Ensino Superior, como indicador do interesse dos alunos em sua formação profissional e até mesmo como um possível fomentador de desigualdades educacionais. Estas observações, focadas nos objetivos do Enem como uma avaliação de larga escala, têm um caráter teórico. Em contraste, as percepções apresentadas neste estudo refletem mais diretamente os sentimentos dos professores sobre o impacto do Enem em sua prática pedagógica. Essa discrepância pode ser explicada considerando que o Enem, reformulado em 2009, foi inicialmente percebido como uma avaliação com potencial revolucionário no contexto educacional. Contudo, após quinze anos, observa-se na fala dos docentes de Química entrevistados por nós que o impacto dessas discussões não se concretizou na medida esperada.

Nesse sentido, destacamos dois pontos importantes: a formação de professores de Química e a divulgação de resultados. Para Gatti (2010), o currículo dos cursos de formação de

professores é descrito como fragmentário, com uma dispersão disciplinar notável. Este cenário sugere uma falta de coesão e integração nos cursos, o que pode levar a uma lacuna na compreensão das avaliações educacionais e de seu funcionamento no contexto mais amplo da educação. Silva (2019) menciona a ausência de disciplinas que versam sobre avaliação educacional no currículo de licenciatura em Química. Além disso, Perrenoud (1999), Gatti (2003), Barbosa (2011), Hoffmann (2011) e Boas e Soares (2016) apontam que as diversas disciplinas que compõem a matriz curricular dos cursos de formação inicial de professores oferta pouca ênfase ao tema da avaliação educacional escolar.

Aliada à lacuna na formação de professores na perspectiva da avaliação de larga escala, Gatti (2007) destaca a dificuldade de compreensão dos dados das avaliações por parte das escolas, gestores e docentes. A metodologia atual satisfaz os aspectos estatísticos que contribuem para o ensino nas escolas, o que torna necessária a busca por formas de apresentação dos resultados de modo que façam sentido para educadores. Fontanive (2013) e Medeiros *et al.* (2017) problematizam a compreensão e a apropriação dos resultados das avaliações externas dos alunos por parte dos professores, coordenadores pedagógicos e diretores das escolas no Brasil. Conforme destacado, embora os sistemas de avaliação tenham sido introduzidos há mais de três décadas, com uma vasta quantidade de dados encontrados e divulgados, eles parecem não ter induzido às mudanças esperadas no dia a dia da relação de ensino e de aprendizagem. Para a autora, uma hipótese central para essa falta de impacto aponta para a incompreensão, por parte dos educadores, das tecnologias empregadas na avaliação e nos mecanismos de divulgação dos resultados.

Conclui-se, portanto, que as respostas dos professores entrevistados apontam para uma série de preocupações, incluindo a falta de relevância, a pressão exercida sobre professores e alunos, a falta de conexão com a realidade da sala de aula e a falta de entendimento sobre o propósito e a utilidade das avaliações externas. As preocupações dos educadores podem fornecer indicadores importantes para a melhoria dos processos de avaliação externa na Educação Básica.

7.2.2 Perfil do professor de Química no processo de apropriação das avaliações externas (Enem) em sua prática docente

Esta seção busca delinear o perfil dos professores de Química que participaram deste estudo com o intuito de compreender como são integradas as avaliações externas, como o Enem,

em suas práticas pedagógicas. A compreensão do perfil desses educadores é essencial para entender a interseção entre as expectativas das avaliações externas e a realidade do ensino de Química. Essa análise proporciona, ainda, uma visão mais aprofundada sobre como os professores interpretam, adaptam e aplicam os parâmetros das avaliações em suas metodologias de ensino. Além disso, a investigação do perfil desses professores pode revelar indicadores sobre as necessidades de formação continuada e o desenvolvimento profissional necessário para alinhar a prática docente com as exigências das avaliações externas, garantindo um ensino mais eficaz e uma interação crítica com esse tipo de avaliação.

Segundo Gatti (2009) há uma carência significativa na formação especializada de profissionais da educação no desenvolvimento e na análise de testes educacionais, mesmo que as avaliações externas tenham um papel crucial na identificação da qualidade do sistema educacional e no direcionamento das estratégias de ensino (Gatti, 2009; Luckesi, 2018). Além disso, sabe-se que as avaliações externas têm influência sobre a prática de ensino dos professores de Química (Locco, 2005; Zanchet, 2007; Maceno, 2012; Silva, 2019).

A compreensão dos professores sobre os programas de avaliação, como o Enem, Pisa e Saeb, constitui o primeiro tema de análise disponibilizado no Apêndice D. Apesar de investigarmos também o Saeb e o Pisa, daremos maior ênfase às falas que direcionam conhecimento sobre o Enem, avaliação de maior familiaridade para os professores dessa disciplina, pelo fato de fazer parte do contexto do público alvo de estudantes para que lecionam. O primeiro subtema “Conhecimento dos Programas de Avaliação (Enem, Pisa, Saeb)” é fundamental, pois o conhecimento aprofundado desses programas influencia diretamente a eficácia na integração os resultados das avaliações nas práticas pedagógicas dos professores. Em relação ao Enem como avaliação de larga escala e centro desse estudo, Maceno (2012) aponta que há uma discrepância notável nas interpretações do Enem pelos educadores. Enquanto alguns o veem apenas como um exame ou preparatório, outros o consideram uma avaliação abrangente do estudante e do Ensino Médio. Essa diversidade de visões, como ressalta Maceno (2012), revela a falta de um consenso sobre o propósito e o impacto do Enem. Os professores, ao se concentrarem predominantemente nos benefícios do exame para os alunos, adotam uma visão que restringe o alcance do instrumento ao interesse dos estudantes, não abarcando suas possíveis repercussões mais amplas no processo educativo.

Em consonância com as observações de Maceno (2012), nossa pesquisa também indentificou essa tendência, mas vai além ao reconhecer um segmento de educadores que têm pouco ou nenhum conhecimento sobre o Enem. Esse grupo é exemplificado pelas percepções

dos professores P5 e P6, que representam uma faceta diferente na discussão sobre o exame. Eles demonstram uma lacuna significativa no entendimento sobre a natureza e os objetivos do Enem, o que sugere a necessidade de uma comunicação e formação mais eficazes para os docentes sobre as avaliações de larga escala e seus impactos no sistema educacional. P5 comenta que: “Sobre o Enem, eu tenho conhecimento... mas devo confessar que não estou muito por dentro de como eles avaliam, a questão da pontuação. Se me perguntar, ‘professor, como é a nota do Enem?’, eu realmente não sei.”. E P6 acrescenta: “O Enem é o que eu realmente sei, mas sobre os outros, só ouvi falar de forma muito superficial. Então, prefiro presumir que não tenho conhecimento sobre eles”.

Esses professores, apesar de reconhecerem a importância do Enem, exibem uma realidade frequentemente observada entre os educadores: um entendimento restrito sobre as metodologias da avaliação e da formação das notas de exames como o Enem. Corroborando as percepções discutidas na seção anterior, P5 e P6 percebem as avaliações externas sob a ótica da “Desorganização e Falta de Sentido”, o que reforça a nossa suspeita sobre a desconexão entre a teoria das avaliações externas e a prática. Essa circunstância destaca a importância de prover aos educadores uma formação mais aprofundada e contínua, que ultrapasse o ensino de conteúdos e se estenda aos elementos técnicos e metodológicos das avaliações educacionais de larga escala. Tal formação é essencial para que os professores possam integrar a cultura da avaliação como uma ferramenta para a reflexão crítica a respeito do ensino que é oferecido, ampliando sua compreensão e capacidade de aplicação desses instrumentos avaliativos no contexto educacional.

Em relação aos objetivos do Enem, é possível observar que há um consenso entre os professores sobre a associação do exame com o vestibular tradicional, a respeito da continuidade dos estudos. Aprofundando essa discussão com base nos comentários de P1 e P6: P1 afirma: “Atualmente, percebo que o Enem é usado principalmente para seleção de estudantes para vagas em cursos superiores”. P9 corrobora: “O Enem é nacional do Ensino Médio é para acesso às universidades”. As falas de P1 e P9, assim como de outros professores neste estudo, sinalizam uma percepção de que o Enem seja, majoritariamente, um mecanismo de seleção para o Ensino Superior, sem mencionar seu potencial diagnóstico ou formativo para promover reflexões sobre o Ensino Médio. Essa observação é corroborada pelos estudos de Locco (2005) e Maggio (2006). Em sua pesquisa de mestrado, Maggio (2006) ao questionar professores sobre o significado do Enem percebeu que a maioria o associava a um exame vestibular e uma via de acesso ao Ensino Superior. Paralelamente, Locco (2005) comentou que os professores

reconheciam o Enem como um exame preparatório, negligenciando seu potencial como ferramenta de autoavaliação e como meio para refletir sobre o Ensino Médio e o currículo escolar.

Os depoimentos coletados nesta pesquisa revelam que, embora alguns professores identifiquem o papel do Enem como uma avaliação externa, há uma compreensão limitada e, às vezes, confusa sobre o seu escopo. Isso sugere a importância de programas de desenvolvimento profissional que abordem não apenas o conteúdo específico das disciplinas, mas também um entendimento aprofundado dos sistemas de avaliação educacional. Tal formação poderia melhorar a capacidade dos professores de integrar essas avaliações em suas práticas pedagógicas, bem como de utilizar os resultados dessas avaliações para informar e aprimorar o ensino e a aprendizagem. No entanto, P2 e P4 apresentam um entendimento intermediário sobre programas de avaliação educacional. P4, especificamente, demonstra uma percepção evolutiva do Enem e possui um conhecimento básico de psicometria, aplicando-o para orientar os alunos e construir as avaliações internas:

Olha, o Enem quando começou em dois mil e dois, era uma prova de avaliação da educação do Ensino Médio. Depois do governo Lula, o Enem passou a ser garantia de acesso ao Ensino Superior. Então, consigo identificar, saber mais ou menos como que é feita a prova. Por exemplo, como funciona a teoria de resposta ao item [...]. Geralmente falo para os meus alunos que o Enem já vem tipo com uma receita pronta, né? Tem lá, por exemplo Ciências da Natureza, que são, quarenta e cinco questões, então, geralmente, é dividido, quinze de Química, quinze de Física, quinze de Biologia, algumas são interdisciplinares. A gente reproduz isso na escola, esse formato, né? Então, a gente sabe algumas coisas, né? Algumas são consideradas fáceis, médias e difíceis, e o que os alunos precisam fazer mais ou menos para acertar e ter nota boa. Na teoria de resposta ao item, tem que tentar acertar as fáceis, uma média e uma difícil. Então, a gente fala assim, a gente tenta entender um pouco e orientar eles.

Esta fala de P4 revela entendimento sobre a evolução do Enem de uma ferramenta de avaliação educacional para um mecanismo de acesso ao Ensino Superior. Além disso, conhece a metodologia de tratamento de resultados quando menciona o parâmetro “b” da TRI, a forma de correção voltada à coerência do grau de dificuldade dos itens para que a proficiência do aluno seja elevada. Além disso, demonstra noções a respeito da construção da modelagem do teste ao equilibrar o quantitativo de itens das ciências, reconhecendo que há itens interdisciplinares. Essa percepção indica uma conscientização de que o Enem, anteriormente, tinha o potencial de reflexão sobre a qualidade do ensino, proporcionando uma visão mais

ampla do papel dos professores em relação às avaliações de grande escala no sistema educacional.

P2, por sua vez, realça a função do Enem principalmente como um instrumento de acesso ao Ensino Superior, regulando, simultaneamente, as restrições inerentes a essa avaliação. Além disso, P2 percebe o Enem como uma ferramenta de avaliação externa essencial para o diagnóstico educacional:

O Enem é uma prova que, é aplicada para alunos que estão no Ensino Médio ou que concluíram o Ensino Médio, e... De forma geral, né? Ele visa que o aluno, é... Que o aluno, use, o resultado que ele obtém nessa avaliação em adesão, é... Numa instituição de curso superior ou técnico, né? Mas eu acredito também que ele possa ser utilizado, como uma avaliação, que ele é utilizado como uma avaliação, externa, né? Para verificar, a situação do Ensino Médio no país como um todo.

Essa declaração de P2 sugere uma compreensão dupla do propósito do Enem. Por um lado, ele identifica o papel mais conhecido e amplamente aceito do Enem como um meio de seleção para instituições de Ensino Superior. Por outro, ele aponta para uma função diagnóstica mais abrangente do exame, considerando-o um instrumento de avaliação da qualidade geral do Ensino Médio no Brasil. Essa visão bifocal do Enem indica uma percepção mais complexa, reconhecendo que ela pode servir a múltiplos propósitos, além da simples seleção acadêmica. Esse olhar corrobora as falas de Luckesi (2018) sobre a dualidade de certas avaliações para fins de seleção e de diagnóstico.

Nesse sentido, a Educação Básica deve fornecer ferramentas para o crescimento dos estudantes e a criação de conhecimentos alinhados à abordagem contextualizada do Enem. Nota-se que, a partir das mudanças na matriz do exame em 2009, ainda em uso, o Enem representou uma mudança significativa em relação aos vestibulares tradicionais que eram focados em memorização e conteúdos desconectados da realidade, rompendo com esses modelos ao enfatizar a interdisciplinaridade e a contextualização (Maceno *et al.*, 2011). Complementando essa visão, destacamos a fala do professor P6:

“Enem é que eu conheço, [...]. O objetivo que eu conheço é, então, para ele trazer uma, assim, uma avaliação, num sentido mais, é, igualitário, né? Porque você está empregando a mesma prova, com uma prova, que traz, questões, assim, não conteudistas, é... e com aquela proposta de realmente, que, pessoas tivessem condições de, de fazer. Aí, independente da, da região, da condição, né? Daquela escola. Eu vejo, são aquelas questões muito contextualizadas, é, muito longas até, né? É, mas eu acho que essa seria a proposta também, né? De ser aplicada para o país inteiro, para qualquer região, para qualquer população aqui dentro do Brasil, né?”.

Dessa forma, P6 evidencia que o Enem apresenta questões contextualizadas e estruturadas para serem aplicadas em todo o país, independente da região ou condições da escola, se apresentando como uma avaliação justa para todos os estudantes brasileiros. No entanto, na seção anterior, sobre a percepção do docente sobre as avaliações externas, o mesmo docente atribui a qualidade de “sem sentido”, o que nos faz inferir que a ausência do sentido pode estar associada ao modelo do gerenciamento das aprendizagens, com o ensino de Química possivelmente ainda voltado para a memorização. Nesse sentido, P9 declara: “O quê que acontece, a grande maioria dos alunos, são aprovados pelo PISM. Então... eles têm consciência de que ser aprovados pelo ENEM é muito difícil.”. Portanto, percebe-se que os professores podem estar mais inclinados a adotar abordagens de ensino tradicionais, focadas em atender às exigências do PISM em detrimento do Enem.

Maceno (2012) justificou o fato de os professores desconhecerem a estrutura do Enem devido às recentes mudanças na metodologia e na estrutura de conteúdo do exame, pois para ela, seria necessário um período de adaptação para que os educadores pudessem compreender e incorporar as novas diretrizes em suas práticas de ensino. Porém, considerando que a estrutura do Enem não sofreu alterações metodológicas significativas ou na matriz de conteúdo desde 2009, apesar de ter sido concebida para alinhar-se com as diretrizes do novo Ensino Médio, parece que mesmo que se tenha passado quase quinze anos, o tempo ainda não foi o suficiente para promover uma adaptação completa por parte dos educadores, no sentido de integrar e aplicar plenamente essas diretrizes em suas práticas pedagógicas. Diante disso, acreditamos que o modelo do Enem ainda gera desconforto aos docentes e aos alunos em relação ao ensino ofertado e que essa tendência pode estar diretamente relacionada à formação e preparação desses educadores.

A tendência de alguns professores em priorizar o preparo para vestibulares de estrutura tradicional em detrimento do Enem pode ser atribuída a um possível desconhecimento das mudanças implementadas no Enem em 2009. No âmbito do nosso estudo, observou-se que somente dois professores demonstraram estar atualizados quanto às alterações e metodologias empregadas nesse exame. No entanto, é uma questão preocupante que a maioria dos professores ainda não esteja familiarizada ou não consiga, efetivamente, aplicar os elementos centrais do Enem em suas práticas educativas. Esses elementos incluem a abordagem por áreas de conhecimento, a natureza interdisciplinar, a contextualização dos conteúdos e o foco em

habilidades que vão além da simples memorização – características distintas que diferenciam o Enem dos modelos mais tradicionais de vestibular.

O subtema 2 de nossa investigação, intitulado “Utilização das Avaliações Externas para Orientar o Planejamento das Aulas”, focaliza a maneira como os professores integram resultados do Enem em suas práticas pedagógicas, particularmente no planejamento de aulas. Esta abordagem reflete uma mudança significativa no papel do educador, de um transmissor de conhecimento para um facilitador que utiliza dados para moldar experiências de aprendizagem mais eficazes. P1, P2 e P8, demonstram um foco predominante no Enem, adaptando seu planejamento de aulas e conteúdo curricular para atender às demandas dessa avaliação. Essa ênfase pode ser atribuída à percepção do Enem como um fator chave para o acesso ao Ensino Superior pelos alunos. Essa tendência é ilustrada pelas falas dos professores P1, P2 e P8. P1 relata: “É, eu acho que tenho mais contato com o Enem, que é o que é mais pensado na escola, né?”. P2 comenta: “A gente trabalha muito com o Enem com os meninos na escola”. P8 observa: “Bem, normalmente, eu, gosto de procurar o resultado das escolas que eu trabalho para ter noção de como eles foram, no Enem”. As falas de P1 e P2, sugerem que o Enem ocupa um lugar central na estrutura curricular e em suas decisões pedagógicas, possivelmente ofuscando outros interesses no construto do currículo, reforçando um discurso do Ensino Médio propedêutico. A fala de P8 vai além, indicando uma tendência dos professores de se concentrarem mais nos resultados do Enem do que nas avaliações do Saeb e do Pisa, talvez devido à sua visibilidade e impactos percebidos.

A problemática em torno do acesso e análise dos resultados de avaliações externas, como o Enem, é uma questão crítica na formação docente, conforme evidenciado pela declaração de P5. Essa questão é aprofundada pelas experiências compartilhadas por professores de Química. P1 relata a existência de reuniões anuais para discutir dados escolares, mas observa uma falta de foco em Química ou Ciências, em geral, admitindo não buscar essas informações.

Todo ano, eu tenho uma escola, que todo ano faz uma reunião para passar, os dados que tem da escola. Mas é isso, os dados das provas que chegam para lá, aí, é mais Português e Matemática. Então, eu acabo tendo esses resultados. No caso da Química de uma forma geral, eu não tenho, e é como eu falei, eu também nunca tive essa coisa de correr atrás, não. Então eu, eu não conheço.

P6 confirma a importância dessas avaliações, mas admite não ter familiaridade com os resultados, mesmo que destaque a necessidade de integrá-los no processo educacional:

Olha, eu não conheço os resultados. Eu vou até deixar aqui na minha agenda, porque é uma coisa que, a gente não para pra pensar, sabe? Na, na rotina que a gente tem, né? Mas a gente sabe que existe um propósito para esse tipo de avaliação, que acontece todo ano também, e eu acho que tem de ser, tem que fazer parte do processo a análise desses resultados dessas avaliações, né?.

P7, por sua vez, admite que há um tempo significativo que não consulta dos resultados: “Olha para ser bem sincera, eu, já tem um tempo que, eu não entro para ver resultado não. Para ser bem sincera. Faz muito tempo que eu não olho”. Outros docentes, como P8 e P5, também manifestam esse desânimo em procurar pelos resultados. Neste contexto, acredita-se que a dificuldade de acesso aos dados do Enem disponibilizados pela base de dados do Inep possa ser um obstáculo para os professores, especialmente devido à necessidade de habilidades técnicas e de software específico, conforme identificado por estudos anteriores (Gatti, 2009; Medeiros et al, 2017). Adicionalmente, um aspecto relevante é a limitada influência que os resultados do Enem têm tido nas práticas dos professores de Química ao longo do tempo. Essa influência reduzida pode estar relacionada ao fato de que outras avaliações mais tradicionais, como o PISM e a prova Fuvest, têm ganhado mais destaque, alinhando-se com as propostas curriculares praticadas nas escolas e enfatizando a preparação para o vestibular em Química. Além disso, a falta de formação especializada dos professores em Química, voltada para avaliações em larga escala e interpretação de dados estatísticos, pode também ser um fator que impede a integração desses dados em suas práticas pedagógicas.

As narrativas coletadas destacam uma falha na formação e envolvimento dos educadores de Química, sublinhando a importância de estratégias mais ativas e integradas para elevar o padrão de ensino. Nessa perspectiva, a interpretação dos resultados estatísticos, quando acontece, tende a ser vista como uma autoatribuição de responsabilidade pelo desempenho dos alunos nas avaliações, conforme ilustrado pelo depoimento de P8. Segundo Bonamino e Souza (2012), as avaliações de segunda geração promovem um tipo de responsabilização simbólica para os professores, por meio de uma pressão sutil e indireta. No entanto, alterações curriculares que favorecem as demandas de avaliações externas, como o Enem e o PISM – as mais mencionadas pelos docentes – representam uma política de responsabilização intensa, incorporando mecanismos explícitos de responsabilização, incluindo normas de recompensa ou penalização baseadas em metas condicionais, conforme relatam Bonamino e Sousa (2012). Porém, segundo as falas dos professores entrevistados, no contexto dessas duas avaliações, a motivação dos educadores é direcionada para o progresso dos estudantes e o papel da Química, nesse avanço, resulta em uma responsabilização mais simbólica do que punitiva.

Outro ponto a ser observado está relacionado com o impacto que o Enem vem exercendo no currículo escolar e nos conteúdos ministrados de Química. Aliada ao seu papel crucial no acesso ao Ensino Superior, está a necessidade de uma análise criteriosa do exame e de suas estruturas, conforme salientado por Marcom (2015). Observa-se que a influência dessas avaliações no planejamento educacional é variada. Ao serem questionados se as avaliações externas influenciam no planejamento, por exemplo, P3 menciona um impacto indireto, sem um plano específico focado nas avaliações:

[...] talvez, indiretamente, influencie na minha prática, eu não vou falar, diretamente, não. Mas, indiretamente, talvez influencie porque, é, às vezes analisa alguma competência e vejo o quê que precisa ser melhorado, é... Em determinado ponto dessa avaliação, mas eu não vou montar um plano específico para estar ativo, em cima de tudo. Mas, é, eu tento modificar um pouquinho, sim, o que está sendo visto.

P4 destaca a necessidade de adaptação ao currículo regional e programático, citando o exemplo de como os tópicos de cinética química são estruturados no PISM:

Eu assim, eu faço, meu planejamento é baseado nisso, eu faço meu planejamento e coloco as coisas em tópicos que não estão talvez dentro do que está sendo cobrado do ano, né? Porque, por exemplo, considero o PISM, apesar de ser seriado, né? O estado de Minas Gerais, ele não segue o programa direto, então, você acaba tendo que fazer adaptações, né? Então, por exemplo, é, só para você ter uma ideia, por exemplo, Cinética Química, essa parte de Físico-Química, que está no segundo ano, no segundo ano do Ensino Médio, geralmente ele é cobrado, só lá no PISM três, no terceiro ano. Então a gente tenta fazer, tipo, uma adaptação, né?.

P5 enfatiza a importância da realidade da escola e regionalidade, adaptando o plano de ensino com base nos critérios do PISM e outros fatores curriculares, como o Currículo Básico Comum (CBC):

Primeira coisa que eu olho, por exemplo: realidade da escola onde eu estou. [...]. Porque quando eu dou aula numa escola estadual, eu tenho que estar ciente do que, que o meu aluno que sai de Juiz de Fora, ele tem que ter condição de acompanhar uma aula, em outra cidade do mesmo estado, né? Mas, infelizmente, Vinícius, quando a gente organiza o plano de curso, a gente não pode pensar desse jeito, a gente tem que levar em consideração a regionalidade, sem perder, o núcleo central, vamos dizer assim. No primeiro ano, eu não posso deixar de ensinar tabela periódica. Mas o segundo ano médio, por exemplo, como não cai no PISM daqui de Juiz de Fora propriedades coligativas, é um assunto que eu não coloco. Então, alguns critérios que eu uso para montar meu plano de curso, hoje, é o PISM, no caso do Ensino Médio da manhã. O da noite, eu já considero mais a questão do CBC mesmo, em si.

P10, por sua vez, menciona análises realizadas dos conteúdos mais cobrados e a forma como são organizados e desenvolvidos, demonstrando uma abordagem mais analítica: “Faço análise de conteúdos mais cobrados, a forma que é cobrada”.

Essas observações indicam que, apesar de avaliações externas como o Enem e o PISM influenciarem o planejamento educacional, os professores de Química também levam em consideração variáveis adicionais para atender às necessidades específicas de ensino. Diante dos desafios como a redução do número de aulas, que impõe uma responsabilização intensa conforme descrito por Bonamino e Sousa (2012), os educadores como P9 enfrentam o dilema de cobrir todo o currículo e os conteúdos das avaliações. Diante dessa situação, optam por ensinar menos conteúdo, porém de forma mais eficaz, destacando a escolha entre a abrangência curricular e o ensino focado na compreensão aprofundada, como P9 exemplifica: “Não dou tudo, a gente tem que escolher o que fica de fora. [...] prefiro dar menos e dar bem dado, e fazer com que o aluno aprenda”.

Estes comentários destacam o impacto das avaliações externas na prática pedagógica dos professores de Química. Eles mostram o esforço dos docentes em se responsabilizar pelo êxito dos alunos em exames, apesar de trabalharem com um currículo que, teoricamente, é desenvolvido pela comunidade escolar. Neste contexto, o professor muitas vezes assume o papel de único mediador do aprendizado do aluno, deixando de considerar a outros participantes importantes no processo educativo do estudante. Em particular, o professor de Química se vê diante de desafios complexos, tendo que criar estratégias e tomar decisões difíceis sem ter acesso às devolutivas ou documentos de apoio, tudo isso no intuito de preparar os alunos para a próxima fase de seus estudos acadêmicos.

Zanchet (2007) e Correa e Santos (2018) também notaram um empenho dos professores em preparar os estudantes para o Enem, adotando métodos diversos como aulas especiais, simulados, análise de questões e treinos específicos para questões no formato do exame, entre outras estratégias. Essa diversidade de abordagens dos professores de Química indica que, embora o Enem seja um elemento central na elaboração dos planos de ensino, as formas de incorporação dos resultados estatísticos das avaliações externas são bastante variadas. Tal observação ressalta a importância de oferecer aos educadores um suporte mais eficaz para a utilização dos dados de avaliações em suas práticas docentes, assegurando que estas sejam ao mesmo tempo inclusivas e ajustadas às necessidades específicas dos alunos de cada comunidade escolar. Essa realidade pode indicar que podem existir falhas no currículo de formação de

professores de Química, o que limita as competências para compreender e aplicar as avaliações externas. Além disso, esse contexto pode apontar para a necessidade de desenvolvimento de programas de extensão universitária para formação continuada de professores de Química.

Para investigar a prática dos professores de Química em relação à mudança do planejamento de acordo com as demandas dos estudantes, é crucial compreender a disponibilidade e preparação dos educadores para adaptar seus métodos e conteúdos curriculares em resposta às necessidades e interesses dos alunos. O subtema 3, “Modificação do planejamento de acordo com as demandas dos estudantes”, buscou avaliar a flexibilidade dos professores em relação aos seus planejamentos pedagógicos, investigando se as vozes dos estudantes têm influência significativa na definição dos tópicos abordados e nas estratégias de ensino utilizadas. Assim, ao explorar essa dimensão, foi possível compreender a dinâmica entre o currículo proposto, as demandas estudantis e as práticas docentes, identificando possíveis lacunas e oportunidades de melhorias no processo educacional. A discussão sobre a influência dos pedidos dos estudantes na alteração do planejamento realizado pelo professor de Química revela uma tendência de adaptação de práticas pedagógicas. As falas indicam uma disposição em modificar conteúdos quando há perceptível falta de receptividade (P1), para responder às necessidades específicas da turma (P2), e até mesmo com base no consenso estudantil (P3). P4 e P9 mencionam mudanças específicas em resposta às dificuldades ou preferências dos alunos, enquanto P5 e P6 destacam a influência de demandas externas, como a BNCC, o PISM e o Enem, no planejamento. P7 e P8 expressam uma abordagem mais flexível, adaptando-se às diversas aspirações dos alunos, seja para avaliações específicas ou outros objetivos educacionais. P10, por sua vez, enfatiza a incorporação de competências adicionais pertinentes ao Enem e ao PISM em seu planejamento anual. Essas perspectivas coletivas destacam a importância de se ouvir e atender às demandas dos estudantes, equilibrando os requisitos relativos aos conteúdos com as necessidades e interesses dos alunos.

Em análise geral do tema “Conhecimento e Utilização das Avaliações Externas”, o estudo reflete uma dinâmica complexa na prática do docente em Química. Os professores demonstram uma abordagem adaptativa, não apenas em resposta às demandas curriculares oficiais, mas também às necessidades e interesses dos alunos. Eles reconhecem a importância de avaliações externas como PISM e Enem, integrando-as ao currículo e, ao mesmo tempo, mantêm a flexibilidade para eventuais ajustes com base na receptividade e preferências dos estudantes. Essa dualidade evidencia uma prática pedagógica que, aparentemente, equilibra as

diretrizes curriculares com uma abordagem centrada no aluno, refletindo um esforço consciente para tornar a educação em Química mais relevante e acessível.

O segundo tema, “Integração das Avaliações Externas no Ensino”, explora a maneira como os professores incorporam essas avaliações em suas práticas pedagógicas. Isso inclui o uso de questões retiradas de avaliações externas, como o Enem, o PISM, o Pisa e as Olimpíadas de Química em atividades regulares de sala de aula para preparar os alunos. Além disso, investigamos se os professores envolvem os alunos na análise e discussão dos resultados das avaliações externas, ajudando-os a compreender seus desempenhos. Também examinamos a capacidade dos professores a respeito da utilização dos resultados das avaliações externas para ajuste de suas abordagens de ensino e identificação de áreas que precisam de aprimoramento.

A integração das avaliações externas, como o Enem e o PISM, nas práticas de ensino de Química pelos professores entrevistados apresentam uma variedade de abordagens. A utilização de questões dessas avaliações em atividades de sala de aula é uma estratégia unanime entre os educadores, como se observa na fala de P2 que diz: “Já sim, inclusive eu recorro provas antigas, às vezes do Enem por exemplo.”. P10 também faz o mesmo uso: “Sempre norteio as minhas avaliações em sala de aula com base em questões anteriores do Enem, do PISM ou da, da Olimpíada Brasileira de Química.”. Para P9, além do professor, deve haver o envolvimento da escola: “Já usei também questões do Enem. Inclusive, lá na escola que eu trabalho, é.... a gente fez dois dias, se não me engano foram dois sábados, de simulado do Enem.”. A fala de P2 ilustra o uso de itens das avaliações para serem discutidas na sala de aula: “Pego essas provas antigas, levo para a sala, a gente discute”. Também nota-se esse movimento na fala de P7:

Um Exemplo, o Enem, né? [...] vou dar um exemplo que aconteceu ano passado. Ano passado, meus alunos de terceiro ano, queriam uma aula de Química, um aulão de Química. E aí, nós conseguimos convencer escola de fazer um aulão no sábado, de Química. E eles participaram muito, fizeram, fizemos as questões. Isso aí com certeza, os meninos pedem e você não pode recusar.

P9 justifica esse movimento com base na sua percepção de educação: "Na escola que eu dou aula, noventa por cento, ou mais, quer ser aprovado na federal. E, assim, educar para a cidadania, para mim, é também passar na Universidade Federal de Juiz de Fora.". Essa perspectiva enfatiza a importância do Ensino Superior como um passo crucial na formação cidadã e profissional dos alunos. Ao vincular a educação para a cidadania com a aprovação em uma universidade prestigiada, P9 destaca a percepção de que o acesso ao nível superior é fundamental para o desenvolvimento individual e social dos alunos. Contudo, essas práticas

sugerem uma tentativa de alinhamento do ensino às demandas e formatos das avaliações nacionais, proporcionando aos alunos uma experiência mais próxima do que enfrentarão em exames oficiais. E esse movimento também pode indicar a pressão sobre os professores em relação à preparação dos alunos para exames de admissão, influenciando potencialmente a abordagem pedagógica e as prioridades curriculares. Essa observação corrobora a visão de outros pesquisadores, como Maceno (2012) que observou o engajamento de escolas e dos docentes de Química que promovem ações com o objetivo de preparar os estudantes para o Enem.

Contudo, a discussão e análise dos resultados das avaliações com os alunos parece ser menos frequente. P10, por exemplo, utiliza os resultados para direcionar a prática: “Aham, faz total sentido para a minha prática o uso dos resultados. Porque aí eu consigo verificar qual tópico que eles têm mais dificuldade...”. No entanto, como vimos na seção anterior, P10 desconfia das avaliações, e, sobretudo, dos resultados devido à heterogeneidade do país. Isso implica que, mesmo desconfiando, os professores de Química se apropriam das avaliações externas de alguma forma e as incorporam na prática. Talvez, essa situação ilustre o “jogo de oposição” destacado por Maggio (2006, p. 95), que abrange a desconfiança despertada no docente, porém, mesmo assim, há uma adesão ao Enem em suas práticas. Embora alguns professores utilizem os resultados das avaliações externas para refinar suas abordagens pedagógicas, há uma variação específica nessa prática. Muitos educadores não parecem se engajar na análise crítica desses instrumentos de avaliação e dos dados obtidos a partir deles, o que sugere uma oportunidade perdida para a integração desses indicadores no processo de ensino. A efetividade no uso dos resultados das avaliações para identificação de áreas de melhoria no ensino varia significativamente entre os professores, refletindo diferentes níveis de envolvimento com essas ferramentas. P1 e P5 confirmam a importância de se considerar esses dados, mas destacam que parece haver uma lacuna geral no uso eficaz dessas informações para refinar as práticas pedagógicas. P1 comenta:

Teve algum resultado de alguma coisa de função, não me lembro direito agora o quê que foi, e aí eu separei para trabalhar gráficos, então, todo conteúdo que eu ia passar dentro da aula de Química eu, eu jogava algum gráfico, alguma coisa para os meninos. Então, foi, não foi uma intervenção de Química, foi uma intervenção de Matemática, mas que para mim funciona.

P5 acrescenta:

Eu vejo que a escola quando ela mostra o resultado muito baixo, a gente percebe isso na sala de aula. Pelo menos na Matemática e no Português e que

a gente vê, né? Porque, assim, são os resultados que a gente tem, né? [...]. Então, eu tento trabalhar a interpretação do texto, voltado para Química, a Matemática, quais que são os cálculos importantes? Quais que são as habilidades que você precisa? Uma regra de três, né? Às vezes um, um, os cálculos mais básicos que a gente precisa dentro da Química, né? Aí eu tenho que trabalhar isso com eles, a questão das continhas bem básicas, que eles têm muita dificuldade, e isso aparece muito nas avaliações, né? Externas aí, a questão da Matemática.

Observamos que as atitudes dos professores de Química, ao tentarem preparar os estudantes para avaliações e exames, se valem de questões e matrizes de referência para adaptarem seus currículos sem conhecer os objetivos por trás da elaboração dessas avaliações. De acordo com Gatti (2009), as avaliações internas possuem objetivos muito diferentes das avaliações externas. A integração eficaz dessas avaliações no processo educacional requer uma abordagem que reconheça seu impacto substancial e direto, tanto na prática pedagógica quanto na gestão escolar. Professores e gestores precisam não apenas compreender os critérios e objetivos dessas avaliações, mas, também, desenvolver estratégias para monitorar o ensino e a aprendizagem com as expectativas e padrões estabelecidos, garantindo que as avaliações externas de alta responsabilidade sejam utilizadas de forma construtiva para melhorar a qualidade da educação. Maceno (2012) defende que haja uma reflexão epistemológica e metodológica por parte dos professores sobre a avaliação. Este cenário capta a necessidade de formação dos professores de Química, pois as consequências da apropriação indevida das avaliações são imediatas e significativas, exercendo uma influência específica sobre as escolas e profissionais da educação. Em resumo, enquanto os professores demonstram uma disposição para integrar as avaliações externas em suas práticas, a variação nas abordagens e a aparente falta de um uso sistemático dos resultados dessas avaliações sugerem que há espaço para uma maior incorporação desses instrumentos em uma estratégia pedagógica abrangente e reflexiva.

A terceira categoria, “Percepção da Utilidade das Avaliações Externas”, incide sobre o reconhecimento da importância das avaliações externas para mensurar a qualidade do ensino. Isso envolve a compreensão dos professores sobre como essas avaliações podem ser uma ferramenta útil para avaliar a qualidade da escola. Também investigamos o impacto psicológico positivo que os professores podem experimentar para receber informações positivas sobre o desempenho de sua escola nas avaliações externas. Além disso, analisamos a capacidade dos professores em relação à utilização dos resultados das avaliações externas como uma fonte indireta de orientação para ajustar suas práticas pedagógicas e estratégias de ensino.

Essa categoria de análise ganha relevância no contexto da formação docente quando consideramos as observações de Gatti (2010) sobre a qualidade da Educação Básica. Apesar de não ter avaliado o curso de licenciatura em Química, mas, sim, o de Ciências Biológicas entre 2008 e 2009, é possível observar forte relação entre as duas formações. Gatti (2010) argumentou que os conteúdos específicos das disciplinas são envolvidos de maneira genérica ou superficial na maioria dos cursos de formação de professores, resultando em uma desconexão entre o que é ensinado e as práticas docentes reais. Para Gatti (2010), essa abordagem superficial compromete a habilidade dos professores em relação à compreensão dos conteúdos que devem ensinar, o que é fundamental para a aplicação e interpretação das avaliações educacionais externas. Sem um entendimento sólido desses conteúdos e de como eles se alinham com as práticas pedagógicas, os professores podem enfrentar desafios significativos na manipulação e utilização dos resultados.

Em nossa análise, a percepção dos professores sobre a utilidade das avaliações externas como o Enem e o PISM nas práticas de ensino de Química varia consideravelmente. Alguns, como P2, veem um impacto psicológico positivo e motivador decorrente dos bons resultados:

“É útil sim. [...]. Quando a gente fica sabendo que a nossa escola teve um resultado nessas avaliações, a gente fica feliz, né? A gente fica, então, vamos continuar assim, a equipe fica mais unida, né? É, o pessoal fica com mais vontade de trabalhar, trabalhar mais sério, com mais responsabilidade, a gente observa isso”.

Enquanto outros, como P7, expressam desconfiança quanto à confiabilidade e equidade dessas avaliações.

Sinceramente, eu não confio nesses resultados. Porque não tem como você igualar, você equiparar, assim, os conhecimentos. Aliás, nem na própria cidade, vamos colocar assim, nem em Juiz de Fora você consegue fazer uma padronização entre duas escolas, quanto mais de um país, no mundo. Eu não, não confio nesse tipo de avaliação por causa disso.

P9 complementa:

Não acredito muito nos resultados. Ah. Como eu sei de professor que dá resultado para aluno. É triste. Que passa o gabarito para a escola ter, é... isso, vocês têm grupos de professores que sabem, é, tem escolas que preparam os alunos para isso, para essas avaliações.

Essa divergência de opiniões sugere uma necessidade de melhor compreensão e formação sobre como essas avaliações podem ser utilizadas efetivamente. Além disso, a prática

de ajustar estratégias de ensino com base nos resultados é reconhecida, mas não amplamente exigida, como ilustram P4 e P5. Sobre a interpretação dos resultados, P4 comenta que:

Com certeza, a gente consegue sim, né? Saber, a gente consegue, pelo menos a gente vê, se o trabalho interdisciplinar de preparação para as avaliações foi positivo, né? É lógico que a gente, a nota, é lógico, que essas avaliações externas são nota padrão, né? Ela não sai por alunos, né? Mas, a gente consegue ver se houve melhora de uma turma para outra, de um ano para outro. Procura, sim.

A fala de P4 reflete a percepção de um professor sobre a utilidade das avaliações externas como ferramentas para avaliar a eficácia do trabalho interdisciplinar na preparação dos alunos. Ele reconhece que essas avaliações oferecem uma métrica, padrão, não sendo focada em indivíduos, mas útil para observar a evolução do desempenho de uma turma ao longo do tempo. Isso sugere que, embora as avaliações externas não forneçam uma devolutiva detalhada sobre cada aluno, elas são valiosas para avaliar o impacto geral das estratégias de ensino e identificar áreas de melhoria no processo educacional.

Em relação aos resultados do Enem, P5 declarou que não compreende a metodologia de resultados da avaliação, além de afirmar não saber como encontrá-los na rede. Porém, ele complementa que a partir dos resultados das avaliações estaduais que não dizem respeito às áreas de Ciências e Química é possível ajustar a prática de ensino na Química:

Mas a avaliação do Estado que chega para a gente avalia e entrega resultados de Português e Matemática, né, Vinicius? [...]. Então, eu tento trabalhar a interpretação do texto, voltado para Química, para a Matemática, quais que são os cálculos importantes? Quais que são as habilidades que você precisa?.

A fala de P5 aponta para a realidade percebida por muitos professores das Ciências, de que as avaliações externas, em sua maioria, focam, predominantemente, em Matemática e Língua Portuguesa (Fontanive, 2013; Medeiros *et al.*, 2017; Garcia *et al.*, 2019). P5 menciona, ainda, a necessidade de adaptar sua metodologia para incorporar habilidades de interpretação de texto e cálculos matemáticos essenciais. Isso reflete uma abordagem interdisciplinar, a qual ele busca integrar competências de outras disciplinas à Química. Essa estratégia demonstra um consonância do currículo de Química em relação às habilidades avaliadas em testes estaduais, garantindo que os alunos desenvolvam competências relevantes em diversas áreas do conhecimento. No entanto, essa tendência também levanta preocupações sobre uma possível ênfase excessiva no “ensino para o teste”, que restringe a abrangência e a profundidade do currículo de Química. Os perfis dos professores de Química entrevistados está detalhado no Quadro 11 a seguir:

Quadro 11 - Perfil dos professores de Química ao manipularem as avaliações externas em sua prática docente

PERFIL	REPRESENTANTES	CARACTERÍSTICAS
Adaptativo e Crítico	Professores P10 e P9.	Estes professores demonstram uma abordagem adaptativa, ajustando seu ensino aos critérios de avaliações como Enem e PISM. Eles possuem uma visão crítica dos objetivos e eficácia dessas avaliações, enfatizando mais a preparação para o ingresso na universidade do que a avaliação do conhecimento. Utilizam resultados para refinar o planejamento de aulas, mas expressam ceticismo quanto a sua relevância prática.
Prático e Focado	Professores P8 e P7.	Estes professores focam na aplicabilidade prática dos resultados das avaliações em suas aulas. Eles demonstram conhecimento sobre diferentes programas de avaliação e adaptam seus ensinamentos para atender às necessidades dos alunos e aos requisitos de exames específicos. A abordagem é mais prática, com ênfase na preparação para exames como Enem e PISM, e menos na análise profunda dos resultados das avaliações.
Limitado e Consciente	Professores P6 e P5.	Estes professores têm um conhecimento limitado sobre as avaliações externas e focam em seu campo específico de conhecimento. Eles reconhecem a importância das avaliações, mas não se aprofundam em sua estrutura ou critérios. Há uma conscientização sobre a relevância dessas avaliações, mas com uma aplicação prática limitada em relação a sua abordagem pedagógica.

(continua)

(continuação)

PERFIL	REPRESENTANTES	CARACTERÍSTICAS
Integrador e Reflexivo	Professores P4 e P3.	Professores deste perfil integram resultados das avaliações externas em seu planejamento e práticas pedagógicas. Eles refletem sobre sua abordagem de ensino com base nos resultados, identificando áreas de melhoria e adaptando seu ensino de acordo com a realidade da sala de aula. Demonstram flexibilidade e uma abordagem reflexiva de ensino.
Informativo e Motivacional	Professor P2.	Este professor utiliza os resultados das avaliações externas como um fator motivacional e informativo. Ele adapta suas aulas com base nos feedbacks dos alunos e utiliza questões anteriores de avaliações externas em suas aulas. Valoriza os resultados como um meio de avaliar a eficácia de suas estratégias de ensino e como um fator motivacional para melhorar a prática docente.
Consciente e Limitado	Professor P1.	P1 tem um conhecimento básico sobre avaliações externas e sobre a sua relevância, mas sua aplicação em sua prática docente é limitada. Ele se concentra no programa do PISM para orientar seu planejamento de aulas e adaptar seu ensino às necessidades dos alunos. Há uma conscientização sobre a importância das avaliações, mas uma integração limitada em suas estratégias pedagógicas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A diversidade de perfis apresentada indica que não há apenas uma maneira de integrar avaliações externas à prática docente: cada professor possui um método único, influenciado por seu conhecimento, experiência e percepção sobre o papel das avaliações na educação em Química. A compreensão dessas percepções é essencial para informar políticas educacionais, práticas pedagógicas e pesquisas futuras, contribuindo para o desenvolvimento contínuo do sistema educacional e, por conseguinte, para a qualidade do ensino de Química nas escolas.

7.3 A APROPRIAÇÃO DOS RESULTADOS: ANÁLISES PEDAGÓGICAS E ESTATÍSTICAS DE ITENS NO CURSO DE EXTENSÃO “A QUÍMICA SOB A ÓTICA ESTATÍSTICA DO ENEM”

Ao analisar como as avaliações externas são integradas na prática docente dos professores de Química, constatamos que o uso de questões dessas avaliações em sala de aula, é uma prática comum, tanto em atividades quanto na elaboração de avaliações formativas. Contudo, destaca-se a limitação no conhecimento dos professores sobre os métodos e a finalidade específica das avaliações externas. Com isso, a seleção de questões dessas avaliações, frequentemente, foca apenas no conteúdo de Química abordado, negligenciando aspectos cruciais como o desenvolvimento cognitivo dos alunos, o contexto das questões, o suporte utilizado e o nível de dificuldade dos itens, ou seja, todos os fatores deliberadamente considerados na concepção desses instrumentos de avaliação para a criação de um teste de diagnóstico eficaz.

Nesse contexto, elaboramos um curso de extensão universitária, com responsabilidade técnica e prática, e corpo de formação continuada, o qual chamamos de “A Química sob a ótica estatística do Enem: o que professores dessa disciplina precisam saber”. Com a condução do estudante de Doutorado Vinícius da Silva Carvalho, sob orientação da Profa. Dra. Andréia Francisco Afonso, o curso, projetado especialmente para professores de Química, foi uma oportunidade de aprimorar a compreensão e o uso de avaliações de larga escala no contexto educacional. Através de uma abordagem investigativa do Enem, os participantes aprenderam a interpretar os resultados obtidos por modelos matemáticos da Teoria de Resposta ao Item e a aplicar esses conhecimentos em sua prática docente. O curso, portanto, não só ofereceu uma formação continuada, mas, também, possibilitou aos professores uma análise aprofundada dos conceitos de Química a partir de dados estatísticos obtidos por mais de 1 milhão de estudantes em cada edição do Enem, desde 2013. Ao final do curso, os participantes receberam um certificado, que poderá ser utilizado como comprovante em diversos projetos que envolvam Ciência Química e a produção de instrumentos de avaliações em larga escala. Esse é um passo essencial para aperfeiçoar a educação em Química e preparar os alunos de maneira eficaz para os desafios das avaliações externas.

Dito isso, esta seção é dedicada à exploração da prática que integra as abordagens teóricas e estatísticas ou empíricas, conforme propõe Pasquali (2023), como ferramenta exploratória no curso de extensão. Aqui, focamos em três tópicos principais, cobrindo a análise

de itens de Química do Enem entre 2013 e 2017, estratégias de análise pedagógica e estatística, além da prática de análise de itens por professores durante o curso. Cabe enfatizar, que consideramos o quantitativo de itens o suficiente para o estudo, voltado para apropriação de resultados de avaliações de grande escala, não havendo a necessidade de ampliá-lo para edições após 2017.

No primeiro segmento, investigamos o tratamento da base de dados do Inep relativa aos itens de Química da prova de CNT, especificamente de alunos concluintes do Ensino Médio entre 2013 e 2017. Analisamos um total de 10 itens – cinco com elevado parâmetro de dificuldade e cinco com baixo parâmetro de dificuldade – para entender as variações na complexidade das questões e suas implicações pedagógicas. Essa análise nos permite identificar padrões de dificuldade e abordagens temáticas, oferecendo informações sobre os desafios enfrentados pelos estudantes e orientando futuras estratégias de ensino.

No segundo segmento, mergulhamos na apropriação dos resultados aplicada à análise dos itens do Enem 2013. Discutimos as estratégias adotadas para examinar os itens de Química, destacando como esse tipo de abordagem, que integra o diálogo entre parâmetros estatísticos e a análise do conteúdo pedagógico, pode ser utilizada para decompor e entender as questões de maneira mais aprofundada. A seção fornece uma visão prática sobre como explorar esses resultados para mensurar a eficácia dos itens de avaliação, sua relevância para o currículo educacional e a maneira como testam o conhecimento e as habilidades dos alunos.

Finalmente, discutiremos no terceiro segmento a prática de análise de itens realizada pelos professores participantes do curso de extensão, separadas em dois momentos e com dinâmicas voltadas para as edições do Enem de 2014 a 2017. Portanto, essa seção oferece ferramentas que podem ser aplicadas para enriquecer a compreensão e a prática pedagógica em Química, enfatizando a importância de uma abordagem analítica e reflexiva na educação.

7.3.1 Tratamento da Base de Dados do Inep (2013-2017): discussão com viés da Psicometria sobre os itens de Química com elevado e baixo parâmetros de dificuldade

Com base nas edições dos registros do Inep referentes às edições do Enem de 2013 a 2017, e seguindo as variáveis metodológicas previamente delineadas em nossa pesquisa, categorizamos os itens que avaliaram competências associadas a conteúdos de Química. Essa categorização nos permitiu discernir em quais itens os alunos tiveram um desempenho

notavelmente bom ou abaixo do esperado, o que possibilitou o estudo crítico dos dados estatísticos e a interpretação das lacunas no aprendizado dos alunos em Química. A análise dos parâmetros psicométricos dos itens do Enem entre as edições de 2013 e 2017 revela aspectos importantes sobre a dificuldade e a discriminação das questões. Esta análise baseia-se em três parâmetros básicos da TRI: a discriminação (“a”), a dificuldade (“b”) e a probabilidade de acerto ao “chutar” (“c”).

Quadro 12 - Seleção de itens de Química com baixo e elevado parâmetro “b” entre as edições de 2013 – 2017 na prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias

Edição	Item	Hab.	% Acerto	“a”	“b”	“c”	Anc.
2013	ITEM_32	H26	20,24%	0,007	836,847	0,130	870,656
2013	ITEM_45	H17	40,57%	0,023	537,866	0,190	544,888
2014	ITEM_6	H08	21,89%	0,006	713,014	0,003	774,895
2014	ITEM_4	H23	23,02%	0,027	615,460	0,153	622,994
2015	ITEM_10	H27	20,54%	0,005	1034,219	0,153	1075,487
2015	ITEM_1	H14	48,64%	0,009	538,698	0,171	559,120
2016	ITEM_33	H27	18,34%	0,009	840,052	0,140	865,667
2016	ITEM_44	H17	36,60%	0,028	537,735	0,129	545,972
2017	ITEM_16	H03	6,83%	0,024	768,818	0,061	781,605
2017	ITEM_25	H07	43,17%	0,016	529,163	0,004	552,197

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Dessa forma, separamos aqueles itens em que os estudantes tiveram um bom desempenho, com baixo parâmetro de dificuldade (“b”), e os que indicaram que os respondentes tiveram um baixo desempenho, logo os que apresentaram elevado parâmetro de dificuldade (“b”). O item com elevado ponto de ancoragem informa que os estudantes apresentam mais dificuldade ao demonstrarem sua habilidade. No contraponto, o menor ponto de ancoragem é o item em que maior número de estudantes desenvolveram o caminho cognitivo adequado e, por isso, a habilidade encontra-se mais consolidada.

Itens como o Item_10, de 2015, apresentam um “b” muito elevado (1034.219), indicando dificuldade extremamente alta. Em contrapartida, itens como o Item_25, de 2017, têm um “b” relativamente baixo (529.163), indicando uma dificuldade menor. Essa variação é fundamental para entender a diversidade de desafios apresentados aos estudantes nas diferentes edições do Enem. Há uma relação aparente entre o “b” e o percentual de acerto dos alunos. Itens

com “b” alto, como o Item_10, de 2015, tendem a ter percentuais de acerto mais baixos (20,54%), enquanto itens com “b” mais baixo, como o Item_25, de 2017, mostram percentuais de acerto mais altos (43,17%). Isso reforça a ideia de que o “b” é um bom indicador da dificuldade percebida pelos estudantes.

Com base no Quadro 12, percebe-se que a análise revela que os valores de “a” variam significativamente entre os itens selecionados e que, segundo Baker (2001), apresentam discriminação abaixo do esperado. O parâmetro “a” indica a capacidade de um item em discriminar entre alunos de diferentes níveis de habilidade. Já o parâmetro “c”, que representa a probabilidade de acerto ao “chutar”, também é fundamental para compreender a natureza dos itens. Segundo Andrade *et al.* (2010) esses valores podem variar de 0 a 1,0, sendo considerados ideais índices até 0,20 para itens com cinco opções. Por exemplo, o Item_16 de 2017, com um “a” de 0,024 e um “c” de 0,061, sugere que, apesar de se tratar de um item difícil, não é tão eficaz em discriminar entre alunos de alto e baixo desempenho, além de ter uma chance relativamente baixa de ser acertado por sorte.

Esses dados têm implicações significativas para o ensino de Química e a elaboração de avaliações na área de Ciências da Natureza. Entender a variedade de dificuldades e o poder discriminatório dos itens pode ajudar os educadores de Química a identificar áreas que requerem maior atenção pedagógica. Além disso, para os especialistas em avaliação que elaboram os instrumentos de testes, é crucial criar itens que não apenas desafiem os alunos, mas, também, diferenciem efetivamente entre diferentes níveis de habilidade e minimizem a probabilidade de acertar por mero acaso.

Essa análise detalhada dos parâmetros psicométricos dos itens do Enem fornece uma visão abrangente das características das questões, permitindo uma compreensão mais profunda das habilidades e desafios dos alunos, além de fornecerem diretrizes para o aprimoramento contínuo das práticas de ensino e avaliação. Essa afirmação torna-se mais evidente quando analisa-se somente a porcentagem de marcação em cada alternativa, conforme apresentado no Quadro 13:

Quadro 13 - Porcentagem de marcação por alternativa nos itens de Química selecionados das edições de 2013 – 2017

Edição	Item	Gab.	%A	%B	%C	%D	%E	%B/N
2013	ITEM_32	D	21,66%	26,44%	22,69%	20,24%	8,43%	0,54%
2013	ITEM_45	A	40,57%	20,04%	20,65%	11,72%	6,68%	0,34%
2014	ITEM_6	A	21,89%	17,83%	17,93%	18,98%	22,99%	0,39%
2014	ITEM_4	D	17,93%	19,65%	18,08%	23,02%	20,97%	0,35%
2015	ITEM_10	B	16,75%	20,54%	27,30%	22,05%	12,91%	0,45%
2015	ITEM_1	D	23,07%	9,37%	6,53%	48,64%	12,14%	0,25%
2016	ITEM_33	D	24,46%	7,59%	31,05%	18,34%	18,15%	0,41%
2016	ITEM_44	E	23,51%	11,56%	14,70%	13,33%	36,60%	0,30%
2017	ITEM_16	A	6,83%	26,71%	9,47%	19,51%	37,28%	0,20%
2017	ITEM_25	A	43,17%	14,56%	11,77%	12,13%	18,16%	0,21%

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A análise da porcentagem de marcação pelos estudantes concluintes do Ensino Médio nas provas de Ciências da Natureza (CNT) do Enem, considerando os itens mais e menos complexos das edições de 2013 a 2017, foi conduzida sob a ótica da psicometria clássica. Tal abordagem considera a proporção de acertos por item, bem como a distribuição das marcações entre as diferentes alternativas de resposta, permitindo observar padrões de desempenho e escolha dos alunos. Esse estudo, comum nas escolas, oferece informações relevantes sobre as habilidades mentais e processos de resposta dos indivíduos.

Ao analisar a distribuição de respostas e a dificuldade dos itens, observamos que a variação nas taxas de resposta correta é notável. Itens com baixa porcentagem de escolha correta, como o Item_16 de 2017 (6,83%), sugerem maior dificuldade ou falta de compreensão dos estudantes, ou, então, a presença de um forte distrator. Isso pode decorrer tanto da complexidade do conteúdo quanto da formulação da questão. Em contrapartida, itens com alta porcentagem de escolha correta, como o Item_25 de 2017 (43,17%), são percebidos como mais simples ou alinhados ao conhecimento dos alunos.

Em um estudo sobre os erros comuns e estratégias de chute nos itens de Química, notamos, pela análise dos distratores frequentes, uma alta escolha da opção “E” no Item_16 de 2017 (37,28%), que pode indicar mal-entendidos comuns ou armadilhas conceituais nas questões. Além disso, uma baixa porcentagem de não respostas (B/N) sugere que os estudantes ousam arriscar respostas em vez de deixar questões em branco.

Em relação às implicações pedagógicas, consideramos que identificar áreas de concepções errôneas ou dificuldades dos estudantes em Química é crucial. Itens com distratores comuns exigem atenção especial na sala de aula. Além disso, a compreensão da natureza dos distratores e a distribuição de respostas auxilia os educadores a preparar as aulas com estratégias efetivas de teste.

Nesse estudo, consideramos também a confiabilidade e a validade dos resultados. Nota-se que a consistência nas respostas ao longo dos anos auxilia na verificação da confiabilidade das questões na mensuração eficaz do conhecimento dos alunos. Além disso, a distribuição de respostas oferece um indicativo sobre a validade do conteúdo das questões, mostrando a possibilidade de estarem avaliando profundamente o conhecimento que se propõem a medir. A análise detalhada da porcentagem de marcação por alternativa nos itens selecionados do Enem ilumina várias dinâmicas importantes em termos de dificuldade das questões, padrões de resposta das aulas e eficácia dos distratores. Os indicadores obtidos, apesar de limitados, pois não foram considerados os aspectos pedagógicos dos itens, são fundamentais para aprimorar o ensino de Ciências da Natureza, além de contribuírem significativamente para a melhoria na elaboração de futuras questões do Enem. A aplicação de princípios psicométricos, como a Teoria da Resposta ao Item e a análise das bisseriais, aprofunda a compreensão dos educadores em Química sobre o desempenho dos estudantes e oferece orientações aprimoradas para melhorias no ensino de Química e na avaliação de CNT.

Quadro 14 - Correlação ponto-bisserial do gabarito e das alternativas nos itens de Química selecionados das edições de 2013 – 2017

Edição	Item	Biss.Gab.	BISS A	BISS B	BISS C	BISS D	BISS E
2013	ITEM_32	0,159	-0,128	0,014	-0,036	0,159	0,005
2013	ITEM_45	0,390	0,390	-0,175	-0,131	-0,130	-0,094
2014	ITEM_6	0,160	0,160	0,030	-0,084	-0,015	-0,087
2014	ITEM_4	0,295	-0,072	-0,028	-0,070	0,295	-0,138
2015	ITEM_10	0,128	-0,056	0,128	-0,016	0,002	-0,068
2015	ITEM_1	0,273	-0,131	-0,161	-0,094	0,273	-0,028
2016	ITEM_33	0,139	-0,062	-0,014	-0,119	0,139	0,089
2016	ITEM_44	0,438	-0,162	-0,126	-0,148	-0,137	0,438
2017	ITEM_16	0,0997	0,0997	-0,0195	-0,0078	-0,0087	-0,0205
2017	ITEM_25	0,3858	0,3858	-0,1522	-0,0975	-0,1748	-0,1243

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Os dados apresentados no Quadro 14 referem-se à bisserial do gabarito e das demais alternativas nos itens de Química das edições de 2013 a 2017 do Enem. Para Andrade *et al.* (2000), a correlação bisserial fornece um diagnóstico preliminar dos itens, servindo, por exemplo, para identificação de itens com problemas no gabarito ou problemas de interpretação. Além disso, fornece informações sobre o comportamento dos estudantes na avaliação e a dificuldade dos itens aplicados no teste.

Dessarte, a capacidade de discriminação dos itens (representada pelos valores de BISS Gabarito) e a distribuição das bisseriais nas alternativas (BISS) no Quadro 14 fornecem indicadores sobre como os examinandos com diferentes níveis de habilidade respondem a essas questões. Compreendemos que a análise desses dados seja crucial para entender a eficácia dos itens em medir as habilidades e conhecimentos específicos em Química e para ajustar futuros testes para melhorar sua validade e confiabilidade. Com base nessa justificativa, analisamos os itens pelo viés estatístico, iniciando pela edição de 2013.

Em 2013, o Item_32, instrumento de avaliação que compôs o teste desta edição, foi considerado pelo parâmetro “b”, como o mais complexo para alunos concluintes do Ensino Médio. Apresenta a bisserial do gabarito (D) (Biss.Gab.) de 0,159, o que indica uma discriminação positiva, sugerindo que o item é capaz de diferenciar razoavelmente os examinandos de diferentes níveis de habilidade. As alternativas (B) e (E) têm bisserial próxima de zero (0,014 e 0,005, respectivamente). Segundo Carlos (2016), o valor positivo desse coeficiente mostra que os estudantes com bom desempenho no teste (maiores notas) estão sendo atraídos pelas alternativas (B) e (E). Por outro lado, as alternativas (A) e (C) apresentam uma bisserial negativa (-0,128 e -0,036, respectivamente), o que pode sugerir que alunos com menor habilidade tendem a escolher essas opções. Na mesma edição, o Item_45 (2013) apresenta uma bisserial do gabarito (A) significativamente mais alta (0,390), indicando uma capacidade de discriminação ainda melhor que o Item_32. As alternativas (B), (C), (D) e (E) apresentaram bisseriais negativas (-0,175, -0,131, -0,130 e -0,094, respectivamente), sugerindo que são opções frequentemente escolhidas por alunos de menor habilidade. Essa distribuição de bisseriais negativas nas opções incorretas pode indicar que o item é desafiador e que as alternativas erradas são atrativas para examinandos com menor compreensão do conteúdo.

A análise dos dados dos itens de Química do Enem de 2014, utilizando o Bisserial *Point* (BISS), revela que o Item_6 apresenta uma bisserial para o gabarito (A) (Biss.Gab.) de 0,160, o que indica uma capacidade moderada de discriminação. As alternativas (B) e (D) têm bisserial positiva e/ou negativa, porém, muito próximas de zero (0,030 e -0,015, respectivamente). As

alternativas (C) e (E), com bisseriais negativas (-0,084 e -0,087, respectivamente), indicam que os estudantes com menor habilidade tendem a escolhê-las, o que reforça a eficácia da alternativa correta em discriminar habilidades. Já o Item_4 desta mesma edição, apresenta uma bisserial do gabarito (D) de 0,295, mostrando uma capacidade de discriminação consideravelmente boa. As alternativas (A), (B), (C) e (E) apresentam bisseriais negativas (-0,072, -0,028, -0,070 e -0,138, respectivamente). Estes valores negativos indicam que as alternativas são frequentemente escolhidas por examinandos de menor habilidade, destacando o desafio representado pelo item e a atratividade das opções incorretas.

Na edição de 2015, em relação à análise das correlações ponto-bisserial no item considerado mais difícil pelos estudantes segundo o parâmetro “b”, Item_10, os dados informam que a bisserial do gabarito é de 0,128. As alternativas (A) e (E) com bisseriais negativas (-0,056 e -0,068, respectivamente), sugerem que são opções frequentemente escolhidas por alunos com menor habilidade. Por sua vez, as alternativas (C) e (D) possuem bisseriais muito próximas de zero (-0,016 e 0,002). O Item_1 de 2015, no qual os alunos apresentaram melhor desempenho, mostra que a bisserial do gabarito (D) foi de 0,273, refletindo uma capacidade de discriminação relativamente boa. As alternativas (A), (B), e (C), com bisseriais negativas (-0,131, -0,161, e -0,094, respectivamente), são escolhidas com mais frequência por alunos com necessidade de desenvolvimento de habilidades básicas da Química. A alternativa (E), com um valor de bisserial negativo mais próximo de zero (-0,028), pode ser ligeiramente atrativa para alunos com desempenho mais baixo, mas não tanto quanto as outras opções erradas.

Em 2016, o Item_33, o mais difícil para os estudantes concluintes do Ensino Médio que realizaram esta edição, apontou uma bisserial do gabarito (D) de 0,139, indicando que o instrumento apresenta uma capacidade moderada de discriminação. A alternativa (E), com um valor de bisserial positivo (0,089), e a alternativa (B) com valor próximo de zero (-0,014) também parecem atrair respostas de alunos com habilidades mais elevadas. Por outro lado, as alternativas (A) e (C), com valores de bisseriais negativos (-0,062 e -0,119, respectivamente), indicam que alunos com menor habilidade realizam esses caminhos cognitivos. No entanto, é preciso mais dados para que essas hipóteses sejam confirmadas. O Item_44 desta mesma edição foi considerado o de menor complexidade para os estudantes que concluíram esta etapa, o que é evidenciado a partir da observação de que a bisserial do gabarito (E) exibe um valor consideravelmente alto de 0,438. Isso mostra uma excelente capacidade de discriminação entre estudantes que desenvolveram o caminho cognitivo na sua trajetória escolar e os que ainda não

alcançaram a habilidade necessária para resolver o problema do item. Todas as outras alternativas (A, B, C e D) apresentaram bisseriais negativas (-0,162, -0,126, -0,148 e -0,137, respectivamente), o que sugere que elas são frequentemente escolhidas por alunos com menor habilidade. Estatisticamente, esse item destaca-se pela sua capacidade de discriminar claramente entre diferentes níveis de desempenho dos alunos.

Por fim, na edição de 2017, o Item_16 apresentou uma bisserial do gabarito de 0,0997, indicando uma correlação positiva, embora modesta, entre escolher a resposta correta e obter uma pontuação geral alta na avaliação. As alternativas incorretas mostraram bisseriais negativas, com valores próximos a zero, o que sugere ausência de tendência de estudantes com desempenho alto ou baixo em escolher essas opções específicas. Esse padrão indica que a escolha da resposta correta no Item_16 não parece estar intrinsecamente relacionada ao desempenho geral do aluno no exame, sugerindo que o item foi complexo e que os conceitos químicos necessários para a sua resolução não foram efetivamente assimilados pelos estudantes do Ensino Médio participantes dessa edição. Ao contrário do Item_25, em que a bisserial do gabarito é significativamente mais elevada, marcando 0,3858, há uma correlação mais forte entre a escolha da alternativa correta e uma pontuação alta no exame. As bisseriais das opções incorretas são negativas, sugerindo que os alunos com menor desempenho – aqueles que não consolidaram adequadamente os conceitos químicos necessários para resolver a atividade – tendem a escolher os distratores como resposta.

A análise dessas informações é fundamental para avaliar a eficiência dos itens do Enem ao mensurar as competências e o conhecimento dos alunos em Química, bem como para refinar testes futuros, intensificando sua validade e confiabilidade. É essencial que os itens do Enem possuam alta capacidade discriminatória, garantindo que o exame reflita, de forma precisa, as habilidades e o conhecimento dos estudantes. Além disso, esses dados ressaltam a necessidade de analisar não apenas as respostas corretas, mas, também, as incorretas, para uma compreensão integral da eficácia de cada item do teste. A habilidade de um item em distinguir entre diferentes graus de proficiência dos exames é vital para a validade e confiabilidade do Enem, fornecendo perspectivas importantes para o aprimoramento de suas próximas edições. Contudo, uma análise estatística por si só não é suficiente para discernir aspectos pedagógicos que impactam a qualidade dos itens e do exame. Portanto, a estatística serve como uma ferramenta indicativa, que destaca a importância da intervenção de especialistas, como professores de Química, para a condução de discussões pedagógicas que esclareçam o significado desses indicadores.

Esses dados destacam a complementaridade entre a análise estatística e a expertise pedagógica na avaliação de itens de teste, sublinhando a necessidade de abordagens multidisciplinares para entender efetivamente a qualidade e eficácia dos itens do Enem. Neste contexto, emerge a relevância da apropriação dos dados, conforme argumenta Pasquali (2023).

7.3.2 Análise de itens: Aspectos considerados para a apropriação de resultados do Enem (Edição 2013)

Conforme abordamos no capítulo 2, as avaliações educacionais são vistas como instrumentos de diálogo, em que a construção de uma questão é formulada para a obtenção de uma resposta dos estudantes. Essas respostas expressam o caminho cognitivo desenvolvido ao longo da trajetória do estudante, considerando os conteúdos trabalhados, as experiências e trocas sociais oportunizadas pelo ambiente escolar. Nesse sentido, devemos, como educadores, tratar dos resultados como uma atitude responsiva, interpretando, por meio de dados da psicometria, os atributos pedagógicos envolvidos na habilidade apresentada pelo estudante ao responder a um comando orientado pelo teste.

Diante disso, a leitura do item pelo “juiz”, neste caso, o professor de Química, conforme aponta Pasquali (2023), visa identificar a sentença descritora avaliada, as porcentagens de acerto, as porcentagens de marcação, os parâmetros da TRI, as bisseriais e os desvios, buscando propor uma relação com o “ensino de”, neste caso, ensino de Química, recorrendo às principais experiências apresentadas na literatura que corroboram esta análise. Diante disso, iniciaremos pela edição de 2013, com a análise dos itens Item_32 (Questão 77) e o Item_45 (Questão 90).

Conforme informamos na seção anterior, na edição de 2013, os dados oferecidos pelo Inep apontaram que o item da posição 77 (Figura 23) do Caderno Azul foi o mais complexo para os estudantes, pois possui baixo percentual de acerto e um alto valor de parâmetro “b”, que aponta para a dificuldade do item. Já em relação ao item na posição 90 (Figura 26), os dados, o percentual de acerto elevado e parâmetro “b” baixo revelaram que a habilidade dos estudantes para acertar esse item está mais consolidada nessa faixa de proficiência. Para elucidar esses dados, realizaremos a resolução comentada desses itens por um viés pedagógico, dialogando com referências da área de Educação Química que apontam como os conteúdos químicos são ensinados, aprendidos e quais são suas possíveis dificuldades.

Figura 23 - Questão 77 do Caderno Azul da edição de 2013 do Enem

A produção de aço envolve o aquecimento do minério de ferro, junto com carvão (carbono) e ar atmosférico em uma série de reações de oxirredução. O produto é chamado de ferro-gusa e contém cerca de 3,3% de carbono. Uma forma de eliminar o excesso de carbono é a oxidação a partir do aquecimento do ferro-gusa com gás oxigênio puro. Os dois principais produtos formados são aço doce (liga de ferro com teor de 0,3% de carbono restante) e gás carbônico. As massas molares aproximadas dos elementos carbono e oxigênio são, respectivamente, 12 g/mol e 16 g/mol.

LEE, J. D. *Química inorgânica não tão concisa*. São Paulo: Edgard Blucher, 1999 (adaptado).

Considerando que um forno foi alimentado com 2,5 toneladas de ferro-gusa, a massa de gás carbônico formada, em quilogramas, na produção de aço doce, é mais próxima de

- A 28.
- B 75.
- C 175.
- D 275.**
- E 303.

Fonte: Inep, 2013²¹

De acordo com as informações veiculadas pelo Inep, esse item associa-se à habilidade H26 da Matriz de Referência do Enem de 2009, que traz o seguinte texto: Avaliar implicações sociais, ambientais e/ou econômicas na produção ou no consumo de recursos energéticos ou minerais, identificando transformações químicas ou de energia envolvidas nesses processos (Inep, 2009, [p.10]). Como não é possível que apenas um item consiga avaliar a habilidade em sua totalidade, a reescrevemos por um viés pedagógico para analisá-lo de forma contextual. Assim, a consideramos como: “Avaliar as implicações ambientais por meio do cálculo estequiométrico para prever a quantidade em massa de carbono que será convertida em gás carbônico na produção de aço doce.”.

Para resolver esse item, os estudantes devem compreender que, por meio de cálculos estequiométricos, é possível prever as quantidades de substâncias que participam de uma reação química, relacionando-as com a massa, o volume ou número de partículas de outras substâncias. Nesse item, em especial, os estudantes precisam interpretar, a partir do texto-base, que uma tonelada de ferro-gusa possui 3,3% de carbono e que o ferro doce possui apenas 0,3%, obtendo

²¹ Disponível em:

https://download.inep.gov.br/educacao_basica/Enem/provas/2013/caderno_Enem2013_sab_azul.pdf
Acesso em: 10 jan. 2019.

perda de 3% da massa, sendo que a massa perdida se refere ao carbono que será oxidado. Dessa forma, os estudantes devem realizar o seguinte procedimento para chegar ao gabarito, a alternativa (D), que foi marcada por 20,24% dos estudantes.

$$mCO_2 = 2,5 \text{ ton} \frac{10^3 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \frac{3\%}{100\%} \frac{1 \text{ mol C}}{12 \text{ g}} \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}} \frac{44 \text{ g}}{1 \text{ mol CO}_2} = 275 \text{ kg}$$

Nesse contexto, os 20,24% dos estudantes que optaram pela alternativa (D), o gabarito, devem ter desenvolvido a habilidade avaliada pelo item. Segundo a análise estatística das bisseriais para este item (apresentada na seção anterior), a alternativa correta (D) demonstrou bisserial de 0,159, positiva e compatível com o gabarito. No entanto, apontou que bons estudantes poderiam estar sendo atraídos para as alternativas (B) e (E), devido ao valor de bisserial próximos de zero (0,014 e 0,005, respectivamente), indicando possível atração de alunos com habilidades superiores à sua marcação. Na perspectiva estatística, a qualidade dos distratores (B) e (E) pode ser questionada, no entanto, pedagogicamente, é preciso investigar se há algum problema de conteúdo ou técnico com o item, ou ainda, identificar possíveis caminhos cognitivos que distraem bons alunos de chegar à resposta correta, considerando a perspectiva do diagnóstico.

Para compreender o que acontece, pedagogicamente, com essas alternativas, analisamos o item e observamos que a escolha pelo distrator (E) (303 kg) por 8,43% dos estudantes revela uma compreensão equivocada significativa em relação à manipulação e interpretação de grandezas químicas. Esse erro específico parece decorrer da utilização da quantidade total de carbono, ao invés de aplicar um cálculo químico mais profundo para determinar a quantidade do elemento envolvida na ocorrência para a formação de dióxido de carbono, o que difere do caminho utilizado pelos alunos que marcaram o gabarito. O cálculo demonstra que a resposta de 303 kg de CO₂ resulta de um processo de raciocínio que não discrimina entre o carbono reagente e o carbono total presente, como apresentado na operação processual matemática desse estudo.

$$mCO_2 = 2,5 \text{ ton} \frac{10^3 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \frac{3,3\%}{100\%} \frac{1 \text{ mol C}}{12 \text{ g}} \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}} \frac{44 \text{ g}}{1 \text{ mol CO}_2} = 303 \text{ kg}$$

Haupt e Raupp (2021) sugerem que esse tipo de erro pode ser atribuído à dificuldade dos alunos em compreender o verdadeiro significado das grandezas químicas. Isso aponta para

uma lacuna fundamental no letramento científico dos estudantes. Para questões como essa, é necessário não somente o conhecimento das fórmulas e conceitos químicos, mas também a habilidade de aplicar esse conhecimento de maneira contextualizada e interpretativa. A situação-problema exige que o aluno identifique a quantidade de carbono que efetivamente reage e se transforma em dióxido de carbono, uma habilidade que vai além da mera memorização de conceitos, englobando a compreensão e aplicação prática em contextos reais e complexos.

A análise da alternativa (E) ressalta a importância das estratégias de ensino que não apenas transmitem conhecimento químico, mas que também promovem o desenvolvimento de habilidades interpretativas e analíticas nos estudantes. O foco deve ser no fortalecimento do letramento científico, orientado pela BNCC (2018), permitindo que os estudantes não apenas compreendam as grandezas químicas em um nível teórico, mas, também, sejam capazes de aplicá-las em situações-problemas diversas. Isso envolve um ensino de Química integrado e contextualizado, que une conceitos químicos a aplicações práticas e relevantes, incentivando os estudantes a pensar de maneira crítica e independente.

No entanto, ao analisar o caminho cognitivo que levou os alunos a optarem pela alternativa (B), 75 kg, foi possível encontrar outro tipo de estudante, que, segundo a base de dados do Inep, apontou para a alternativa mais marcada, 26,4%. Essa elevada taxa e marcação sugere um entendimento incompleto do processo estequiométrico necessário para converter carbono em dióxido de carbono e pode indicar que muitos estudantes abordaram a questão como um problema matemático simples, aplicando a regra de três como único processo a ser desenvolvido, desconsiderando a complexidade Química subjacente. Essa abordagem resulta no cálculo:

$$m_{CO_2} = 2,5 \text{ ton} \frac{10^3 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \frac{3,0\%}{100\%} = 75 \text{ kg}$$

Essa tendência, como aponta Ferreira (2019), pode ser exacerbada pelo contexto industrial do problema, que é frequentemente distante da realidade didática dos estudantes. Ferreira (2019) acrescenta que muitos materiais didáticos de Química focam mais nas operações matemáticas do que na aplicação prática da estequiometria em contextos reais, limitando a habilidade do estudante em conectar o conhecimento teórico com aplicações práticas. Essa proposição da autora acaba reverberando, inclusive, em discussões mais sensíveis no ensino de Ciências, como a ausência dos espaços de laboratório, necessários para o desenvolvimento de habilidades abstratas como as que envolvem o conceito de estequiometria. Esse aspecto entra

em contraste direto com a Competência 7 da Matriz do Enem (2009), que compreende a Habilidade 26 cuja ênfase está na importância da apropriação dos conhecimentos de Química para interpretar, avaliar ou planejar instruções científico-tecnológicas em problemas situacionais. Essa questão, portanto, não envolve apenas a resolução de um cálculo matemático, mas o entendimento e aplicação de conceitos químicos de forma integrada e contextualizada.

O cenário que envolve os estudantes que optaram pela alternativa (B) ressaltou a necessidade de uma abordagem pedagógica que vá além do ensino tradicional de fórmulas e cálculos, incentivando o desenvolvimento de habilidades mais profundas de compreensão e aplicação da Química. É fundamental perceber que as lacunas observadas resultam em reflexões para o ensino, que deve apresentar ferramentas para conectar os conceitos químicos a situações do mundo real, especialmente aquelas relacionados à tecnologia e à indústria. Isso resulta em uma melhor preparação dos estudantes para o letramento científico, para diferentes formatos de avaliações e para suas futuras carreiras científico-tecnológicas. Essa abordagem não só alinha o ensino com as competências aplicáveis pela Matriz do Enem (2009), mas, também, promove um entendimento mais robusto e aplicável da Química, capacitando os alunos a lidar com desafios reais de forma criativa e inovadora.

Em oposição, à luz da estatística, as bisseriais das alternativas (A) e (C) apresentaram um valor negativo (-0,128 e -0,036, respectivamente), o que pode sugerir que estudantes com maior comprometimento conceitual, ou seja, que apresentaram, ao longo do teste, menor habilidade para responder corretamente a esse item, tendem a escolher essa opção incorretamente. Devido a essa indicação estatística, analisaremos o que ocorre nas alternativas (A) e (C): A escolha da alternativa (A) (28 kg) por 21,7% dos estudantes revela um desafio significativo na compreensão e aplicação de conceitos químicos no Enem. Esta resposta incorreta parece resultar de uma má compreensão na interpretação da atividade, pois os alunos utilizaram incorretamente o teor de carbono restante, principalmente do carbono envolvido na ocorrência Química. O procedimento realizado pelos estudantes que optaram por esta alternativa foi:

$$mCO_2 = 2,5 \text{ ton} \frac{10^3 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \frac{0,3\%}{100\%} \frac{1 \text{ mol C}}{12 \text{ g}} \frac{1 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}} \frac{44 \text{ g}}{1 \text{ mol CO}_2} = 28 \text{ kg}$$

Esse erro corrobora as observações de Costa e Trindade Souza (2013), que apontam para uma dificuldade dos alunos em relacionar grandezas e compreender enunciados de questões, optando muitas vezes por memorizar mecanicamente os passos para resolver problemas, sem

realmente entender os conceitos subjacentes. Essa abordagem resulta em um aprendizado superficial, em que os estudantes focam mais na memorização do que na compreensão e interpretação dos conteúdos. A distração na escolha da alternativa (A), destaca para uma questão pedagógica crítica: a necessidade de um ensino de Química que promova a compreensão profunda dos conceitos, ao invés de apenas a memorização de fórmulas e procedimentos. Isso sugere a importância de estratégias de ensino que incentivem os estudantes a pensarem criticamente e aplicar o conhecimento de maneira significativa, integrando teoria e prática.

Nesse aspecto, é preciso reforçar métodos de ensino que estimulem a análise crítica e a resolução de problemas, em vez de apenas a reprodução de cálculos. Isso não significa aplicar mais listas de exercícios com uma série de questões de Enem, mas, sim, de trabalharem juntos na resolução de um problema real, que envolva o estudante e que promova o desenvolvimento de um caminho cognitivo na solução de um caso real. Isso pode incluir discussão em sala de aula, estudos de caso, projetos práticos e o uso de tecnologias educacionais interativas. Essas abordagens podem ajudar os estudantes a desenvolverem um entendimento mais robusto dos conceitos químicos, capacitando-os a aplicá-los em situações complexas e diversas, como os encontrados no Enem.

A escolha da alternativa (C) (175 kg) por 22,3% dos estudantes revela uma compreensão equivocada sobre a massa molar e a fórmula molecular de compostos químicos. O erro nessa alternativa indica uma confusão entre a fórmula do gás carbônico (CO_2) e o monóxido de carbono (CO), levando a um cálculo incorreto da massa molar. Os estudantes que optaram por esta resposta seguiram o seguinte raciocínio:

$$m\text{CO}_2 = 2,5 \text{ ton} \frac{10^3 \text{ kg}}{1 \text{ ton}} \frac{3\%}{100\%} \frac{1 \text{ mol C}}{12 \text{ g}} \frac{1 \text{ mol CO}}{1 \text{ mol C}} \frac{28 \text{ g}}{1 \text{ mol CO}} = 175 \text{ kg}$$

Esse erro reflete uma deficiência mais ampla, conforme apontado por Gomes e Macedo (2007) e Carvalho e Bull (2020), na compreensão de conceitos básicos de Química e Matemática. Especificamente, este caso ilustra a dificuldade dos estudantes em correlacionar corretamente as representações simbólicas das fórmulas químicas com seus respectivos nomes e propriedades. O equívoco entre CO_2 e CO é um exemplo de como essa deficiência pode impactar diretamente a solução da massa molar das substâncias, levando a resultados incorretos. O equívoco entre fórmulas moleculares destaca a importância da formação de uma base sólida em conceitos fundamentais da Química. A habilidade de distinguir entre diferentes compostos

e entender suas propriedades únicas é crucial, não apenas para o sucesso em exames padronizados, mas, também, para o desenvolvimento de um pensamento científico crítico e aplicável a situações reais. Para adentrar nesse desafio, este estudo sugere uma abordagem pedagógica que reforce o entendimento dos estudantes sobre os conceitos fundamentais da Química, incluindo a representação e interpretação de fórmulas químicas. Isso pode ser realizado por meio de estratégias de ensino que integrem a teoria à prática, como experimentos em laboratório, a partir de investigações em grupo e do uso de recursos visuais e tecnológicos. Além disso, uma abordagem interdisciplinar que conecta conceitos de Química e Matemática pode ser extremamente benéfica, ajudando os estudantes a compreender e aplicar esses conceitos de maneira mais eficaz.

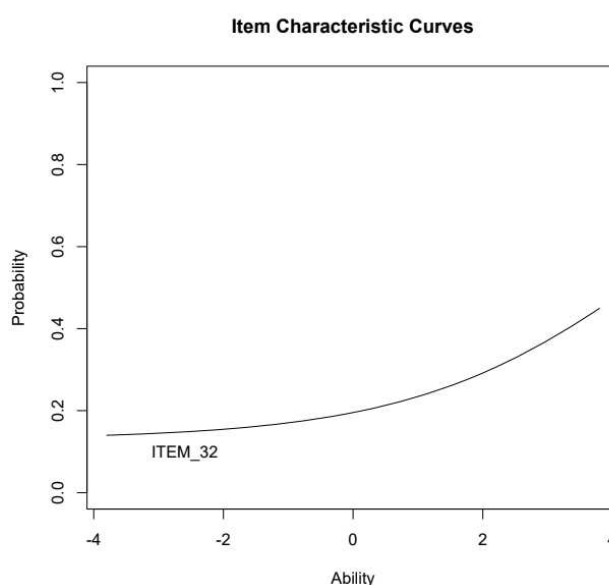
Diante da análise pedagógica apresentada em relação a esse item, não identificamos problemas com o gabarito ou na disposição das etapas para a resolução da atividade. Com base no percurso que os estudantes deveriam realizar para resolver essa atividade, e apoiados na literatura sobre o processo de ensino e de aprendizagem de estequiometria, foi possível mapear o nível conceitual que diferentes estudantes (com altas, médias e baixas habilidades) apresentam em relação a esse conceito. Sendo assim, para aprofundar a discussão sobre o significado pedagógico dos intervalos da TRI, conforme mencionado na seção anterior, é essencial entender como esses intervalos se relacionam com a experiência dos estudantes ao enfrentar itens específicos do Enem. O item em questão, com um parâmetro “b” elevado de 836,8, sugere que sua resolução foi, particularmente, difícil para os estudantes. Esse índice de dificuldade, que reflete a habilidade consolidada que os alunos deveriam possuir para resolver o item, é um indicativo crucial da complexidade da questão dentro do contexto do teste.

Além disso, o parâmetro “a”, que é relativamente baixo (0,007) nesse caso, indica a capacidade de discriminação do item, ou seja, sua eficiência em diferenciar entre estudantes de distintos níveis de habilidade. Um valor baixo neste parâmetro sugere que o item não foi tão marcante em distinguir entre os estudantes que dominam ou não o conteúdo. Já o parâmetro “c”, de 0,130, se refere à probabilidade de um aluno acertar a questão por acaso, o que, nesse contexto, também é consideravelmente baixo, segundo os padrões de referência. No caso de múltipla escolha com cinco opções, esperaríamos um valor próximo a 0,20 (ou 20%) (Embretson; Reise, 2000).

Com base nesses dados, foi possível construir a Curva Característica do Item (CCI) e da Curva de Informação do Item (CII) utilizando a função “plot” do pacote ltm do R, que fornece uma visualização gráfica dessas relações. A CCI ilustra como a probabilidade de acertar

determinado item varia em função da habilidade do estudante, enquanto a Curva de Informação mostra a quantidade de dados que o item fornece em diferentes níveis de habilidade. Essas curvas são instrumentos valiosos para analisar a eficácia de um item, mo que tange à medição das habilidades dos estudantes e à orientação dos educadores e elaboradores de testes para a criação ou o ajuste de itens futuros. A Figura 24 apresenta a CCI referente ao Item_32:

Figura 24 - CCI da Questão 77 (Item_32) do Caderno Azul da edição de 2013 do Enem



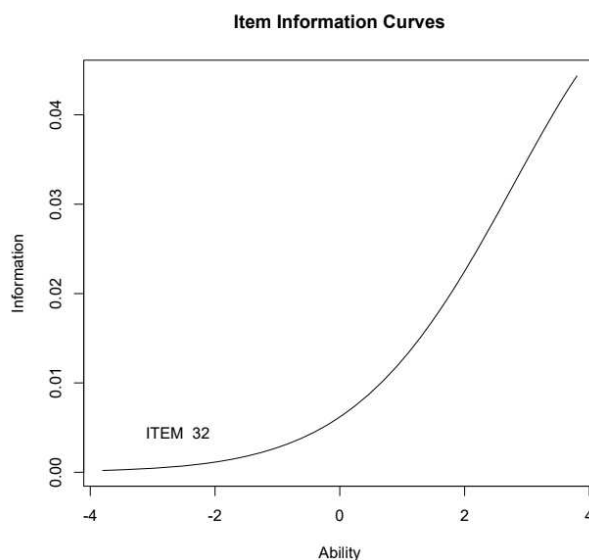
Fonte: Carvalho et. al, (no prelo).

Observe que, nesse gráfico (Figura 24), o eixo horizontal representa o nível de habilidade ou proficiência do respondente. A escala é contínua e está representada entre os intervalos de -4 a 4, o que sugere que a habilidade é medida em uma escala padrão, onde a média é zero e o desvio-padrão é 1. O eixo vertical demonstra a probabilidade de uma resposta correta ao item, que varia de 0 a 1. Uma probabilidade próxima de 1 significa que é muito provável que um respondente com um certo nível de habilidade responda ao item corretamente. Sendo assim, a curva, em si, representa a relação entre a habilidade do respondente e a probabilidade de uma resposta correta. Nesse caso, a curva é ascendente, o que significa que à medida que a habilidade do respondente aumenta, também aumenta a probabilidade de uma resposta correta. Ao analisar a CCI para o Item_32, é possível identificar que a curva é relativamente plana nos extremos baixos da habilidade e se torna mais íngreme à medida que a habilidade aumenta. Isso indica que há uma diferença mais significativa na probabilidade de resposta correta entre os estudantes de habilidade média e alta do que entre aqueles de habilidade baixa e média. Esse dado nos auxilia a compreender que os estudantes que foram

atraídos para os distratores (B) e (E) estão entre os níveis de alunos que, no Enem de 2013, foram considerados como os que possuíam habilidade de média a alta e, por isso, apontaram para valor da bisserial positivo.

Assim, pela CCI, verificamos que a pequena inclinação da curva informa que o item indica baixo valor de discriminação, ou seja, possivelmente, apresenta dificuldade em separar os estudantes que deveriam ter consolidado essa habilidade dos estudantes que não sabem resolver essa atividade. A partir do eixo y, que informa a probabilidade do estudante de acertar o item, é possível notar um valor de parâmetro “c” baixo. A Figura 25, apresenta a CII referente ao Item_32.

Figura 25 - CII da Questão 77 (Item_32) do Caderno Azul da edição de 2013 do Enem



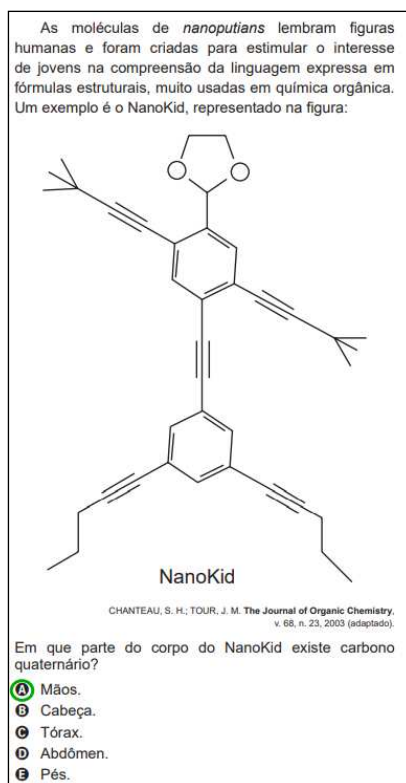
Fonte: Carvalho et. al, (no prelo).

Diferentemente da CCI, a CII apresentada na Figura 25, demonstra quanto o Item_32 contribui para a precisão da medida da habilidade do indivíduo em um determinado ponto na escala de habilidade. O eixo horizontal representa a habilidade do estudante, assim como no CII, variando de -4 a 4. No contexto do Enem, neste item em especial, o valor pode estar relacionado à habilidade em estequiometria, um tópico que lida com as proporções quantitativas e as relações entre reagentes e produtos em reações químicas. Nesse sentido, a forma dessa curva fornece mais informações para respondentes com habilidades mais altas. Isso é possível por conta da extensão crescente da curva conforme nos movemos para a direita no eixo da habilidade. O local onde a curva atinge seu ponto máximo indica o nível de habilidade para o qual o item é mais informativo. Nesse contexto, esse item parece ser mais informativo para indivíduos com habilidade superior, já que a curva é mais íngreme e atinge valores mais altos

nesse extremo. A especificidade da curva também diz algo sobre a discriminação e a dificuldade do item. O pico, que não aparece na imagem, é acentuado e alto em valores superiores a +4, indicando que o item é um bom discriminador de habilidade nesse ponto específico. A posição do pico ao longo do eixo da habilidade pode nos dar uma indicação do nível de dificuldade do item e, nesse caso, está depois de +3, indicando uma elevada proficiência para acertá-lo. Sendo esse um item que mobiliza o conceito de estequiometria, avançado dentro da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, como podemos concluir pela análise pedagógica do item e pela discussão com as referências teóricas, pode ser que esse instrumento tenha sido projetado para discriminar entre os estudantes que têm uma compreensão avançada do assunto e aqueles que não a têm.

Na sequência, abordamos a Questão 90 (posição Item_45) do Caderno Azul do Enem de 2013, um item que examina conceitos fundamentais da Química Orgânica. O referido foi destacado na análise anterior por seu parâmetro “b” notavelmente baixo. Esse indicador quantitativo sugere que os alunos do último ano do Ensino Médio perceberam a questão como relativamente menos complexa em comparação a outros conteúdos avaliados na mesma prova. A Figura 26 apresenta o item mencionado:

Figura 26 - Questão 90 do caderno azul da edição de 2013 do Enem



Fonte: Inep, 2013.

A questão apresentada na Figura 26 exibe um exemplo de “nanoputianos”, moléculas projetadas para se parecerem com figuras humanas e que servem como ferramenta didática para engajar estudantes na compreensão da linguagem das fórmulas estruturais, uma habilidade essencial em Química Orgânica. A imagem anexa do “NanoKid” serve para exemplificar esta abordagem pedagógica inovadora. A imagem não serve apenas para despertar o interesse dos estudantes, mas, também, desafia suas habilidades interpretativas multidisciplinares, essenciais para a proficiência em Ciências. O “NanoKid”, ao incorporar aspectos antropomórficos em sua estrutura molecular, convida os examinandos a transportar o conhecimento de Química Orgânica para o reconhecimento de padrões e analogias visuais, tangenciando assim a habilidade H17 da Matriz de Referência do Enem (2009):

Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas Ciências Físicas, Químicas ou Biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica (Inep, 2009, [p.9]).

Essa habilidade enfatiza a importância de correlacionar diferentes modalidades de expressões científicas – sejam elas narrativas, gráficas, tabulares ou através de linguagem simbólica – e é um indicativo de um entendimento mais abrangente e integrado das Ciências. Através deste item, os estudantes são convocados a aplicar seu entendimento de representações moleculares, uma linguagem simbólica de excelência, para identificar onde os átomos de carbono estão localizados na estrutura do “NanoKid”, demonstrando, assim, sua capacidade de interligar conceitos e representações diversas, uma competência crucial para o avanço no estudo das Ciências. Nesse contexto, entende-se que o item em questão exige que os estudantes devam: “Compreender, através de uma representação estrutural, a localização do carbono quaternário em uma molécula.”. Segundo Bloom *et al.* (1977), uma forma de compreensão está vinculada à capacidade de tradução, isto é, à necessária habilidade para converter informações de uma linguagem para outra, ou expressá-las de maneira diferente. Os autores exemplificam essa habilidade por meio da associação entre fórmulas e estruturas da Química Orgânica com seus respectivos nomes e classificações, elucidando que “cada fórmula se refere a um composto orgânico específico, e cada componente simboliza um tipo ou classe de compostos” (Bloom *et al.*, 1977, p. 87). Portanto, fica entendido que, nesse item, o estudante deve ser capaz de compreender o conceito de carbono quaternário e correlacioná-lo à sua representação simbólica, uma competência que se enquadra na categoria de compreensão do tipo tradução conforme descrito por Bloom *et al.* (1977). Para resolvê-lo é necessária a compreensão de que o carbono

classificado como quaternário é aquele em que o átomo de carbono está ligado a quatro outros átomos de carbono em uma molécula (Solomons; Fryhle; Snyder, 2018).

A problemática do ensino de Química Orgânica no contexto educacional brasileiro merece uma análise criteriosa por sua tendência a desconsiderar a interconexão com outros tópicos do vasto campo da Química. Segundo Marcondes *et al.* (2015), essa disciplina enfrenta dificuldades substanciais, principalmente devido a uma tríade de desafios: 1) a tendência de se isolar dos demais assuntos químicos; 2) a prevalência de métodos de ensino que priorizam a memorização de classificações e nomenclaturas de produtos orgânicos; e 3) uma falta notável de contextualização com aplicações práticas e cotidianas. Além disso, a abordagem do ensino de Química Orgânica nos livros didáticos, nos currículos e nas matrizes de referência no Brasil apresentam como foco as operações de classificação e nomenclatura de compostos orgânicos.

No estudo detalhado de Cintra *et al.* (2017), que examinou as questões de Química Orgânica no Enem de 2009 a 2014, foram identificados 24 itens que se distribuíram em quatro categorias definidas por Solomons e Fryhle (2012), baseados na natureza do conhecimento necessário para resolver os problemas apresentados. Nesse estudo, Cintra *et al.* (2017), categorizaram os dados e quantificaram as ocorrências desses itens, revelando que a maioria das questões focava nas propriedades dos compostos orgânicos (41%), seguidas pela associação de conceitos (26%), funções orgânicas (15%), ações orgânicas (11%) e isomeria (7%). Além disso, uma análise dos níveis cognitivos exigidos para a resolução desses itens, quando mapeados contra a taxionomia de Bloom revisada, indicaram que há uma predominância de operações mentais de ordem mais baixa, como a simples identificação e reconhecimento de informações (Cintra *et al.*, 2017).

Os verbos “identificar” e “reconhecer”, conforme utilizados em contextos educacionais, envolvem as operações cognitivas mais fundamentais dentro da estrutura de conhecimento. Bloom *et al.* (1977) classifica essas ações na categoria de “Conhecimento de Específicos”, que se caracteriza pela capacidade de discernir e nomear terminologias e símbolos exclusivos de uma disciplina. Esta categoria não se limita apenas ao âmbito verbal; ela abrange também a habilidade de identificar e compreender representações não verbais, incluindo os modelos e representações gráficas que são essenciais na Química. No ensino de Química, essa categoria é fundamental, pois é nessa etapa que os estudantes começam a se familiarizar com o vocabulário técnico e com os símbolos que formam a linguagem única da disciplina. A competência para considerar estruturas moleculares, entender fórmulas químicas, e identificar processos e questões químicas específicas são exemplos de conhecimentos específicos em Química. Esse

nível de conhecimento serve como alicerce para o desenvolvimento de habilidades analíticas mais complexas, como a aplicação de conceitos em novos contextos, a análise de reações e interações químicas, e a síntese de novas moléculas, que permite uma compreensão mais aprofundada e integrada dos princípios químicos fundamentais.

No entanto, a constatação de Cintra *et al.* (2017) sinaliza para uma oportunidade significativa de reformulação pedagógica, onde se poderia elevar o nível de complexidade cognitiva exigida, incentivando um entendimento mais aprofundado e integrativo da Química Orgânica, que, potencialmente, levaria a uma melhor compreensão e aplicação deste ramo da ciência no contexto real dos estudantes. A partir dessa perspectiva crítica sobre o cenário do ensino e da aprendizagem em Química Orgânica, torna-se essencial investigar os pensamentos pelos quais os estudantes selecionam suas respostas. Iniciar um estudo detalhado dos caminhos cognitivos que orientam a escolha dos estudantes por determinadas alternativas é um passo fundamental para compreender não apenas o que os alunos sabem, mas como eles aplicam esses conhecimentos. Esse tipo de análise pode revelar indicadores importantes sobre como os conceitos são processados e entendidos pelos estudantes, possibilitando, assim, um ajuste mais preciso e eficaz das estratégias de ensino. Ao fazer isso, podemos identificar lacunas e mal-entendidos conceituais que precisam ser envolvidos para que a educação em Química Orgânica se torne mais eficaz e significativa. Segundo a análise estatística das bisseriais apresentada na seção anterior, a alternativa correta (A) apresenta uma bisserial igual à do gabarito (0,390), evidenciando correlação e mostrando que é um bom discriminador. Em relação as alternativas (B), (C), (D) e (E), a análise apontou que os valores das bisseriais foram negativos (-0,175, -0,131, -0,130 e -0,094, respectivamente), indicando que os alunos que demonstraram menor habilidade ao longo do teste, frequentemente, escolhem essas opções.

Nesse sentido, a escolha do gabarito representado pela alternativa (A) pelos estudantes, representando 40,57% dos examinandos, sugere um caminho cognitivo que envolve a identificação do carbono quaternário associado à estrutura do “NanoKid” retratado no item. Este processo de identificação pode ser atribuído a um reconhecimento visual das quatro valências do carbono ocupadas por substitutos, caracterizando-o como quaternário. Na estrutura projetada, as “mãos” do “NanoKid” são representadas por grupos metilo (CH_3), ligados diretamente aos átomos de carbono, que, por sua vez, estão ligados a outros dois carbonos e a um oxigênio, totalizando quatro substitutos distintos conectados ao mesmo carbono. Dado que um carbono quaternário é definido por sua tetravalência com substitutos únicos, os alunos que marcaram a opção (A) podem ter feito uma associação direta entre a representação simbólica

das “mãos” na molécula e a definição Química de um carbono quaternário. Essa associação implica que os estudantes apliquem seu conhecimento da teoria Química Orgânica na interpretação das representações gráficas apresentadas na questão, uma habilidade que se alinha com a competência que contém a habilidade H17 da Matriz de Referência do Enem.

Ao analisar o que, possivelmente, levou 20,04% dos estudantes a optarem pela distração apresentada na alternativa (B), compreendemos que, possivelmente, os alunos confundiram o conceito de carbono quaternário ao associá-lo à região da “cabeça” no diagrama do “NanoKid”, que inclui um anel aromático e átomos de oxigênio. Essa confusão conceitual pode ter origem na interpretação errônea de que qualquer carbono associado a quatro ligantes – independentemente de serem diferentes – qualifica-se o carbono como quaternário. Além disso, acreditamos que a menção do símbolo “O” de oxigênio na estrutura pode ter levado a uma associação incorreta, em que esses estudantes presumiram, equivocadamente, que a presença de oxigênio implicaria em ligações simples exclusivas do carbono quaternário, quando, na verdade, a presença de oxigênio não é um determinante para a classificação de um carbono como quaternário. O carbono quaternário é caracterizado por estar ligado a quatro grupos distintos, levando a uma hibridização sp^3 e uma estrutura tetraédrica (Solomons *et al.*, 2018), elementos que não estão presentes na “cabeça” da estrutura representada pelo “NanoKid”. Esse erro destaca a necessidade de um reforço na compreensão da estrutura molecular e das definições fundamentais em Química Orgânica.

Já na alternativa (C), 20,65% dos estudantes optaram por essa distração, de que o carbono quaternário estaria no “tórax” do “NanoKid”, refletindo um erro conceitual de Química Orgânica. Como vimos, o carbono quaternário é definido como um átomo de carbono ligado a outros quatro carbonos. Na estrutura molecular apresentada no “NanoKid”, o “tórax” é representado por um anel aromático, que consiste em átomos de carbono ligados a outros carbonos e hidrogênios em uma configuração específica que não corresponde a um carbono quaternário. Esse equívoco pode derivar de uma compreensão deficiente sobre a estrutura dos compostos aromáticos. Talvez os estudantes tenham se confundido com a presença do anel benzênico, que é uma estrutura plana e cíclica, com a característica tetraédrica do carbono quaternário. A confusão também pode ser atribuída à falta de familiaridade com a nomenclatura e a geometria molecular, o que leva a uma interpretação errônea de que qualquer parte complexa da molécula poderia conter um carbono quaternário. Assim, ao optar por esta resposta, os estudantes, aparentemente, falharam em reconhecer que um carbono quaternário é caracterizado por sua hibridização sp^3 , que implica em quatro ligações simples para estabilizar seus quatro

substitutos diferentes. Em vez disso, esses alunos podem ter afirmado, incorretamente, que um carbono quaternário pode estar envolvido em uma dupla ligação com outro carbono, uma característica que é, de fato, associada às hibridizações sp^2 .

Tal confusão aponta para uma lacuna no entendimento sobre a geometria molecular e as ligações químicas, essenciais para a identificação correta de tipos de carbonos em compostos orgânicos. Esse erro conceitual destaca a necessidade de reforçar os princípios fundamentais da Química Orgânica, como a hibridização de orbitais e a geometria das moléculas, para corrigir mal-entendidos e promover uma compreensão mais precisa da matéria. A escolha pela alternativa (D), a segunda menos marcada, representando 11,72% dos estudantes, sugere que o carbono quaternário está localizado no “abdômen” do “NanoKid” – uma região que mostra uma ligação tripla – refletindo um erro conceitual em relação à compreensão da estrutura do carbono na Química Orgânica. Como já mencionado, um carbono quaternário é compreendido pela sua ligação a quatro substituintes de carbono, resultando em uma hibridização sp^3 . No entanto, a ligação tripla indicada no “abdômen” do “NanoKid” se trata de uma característica de carbonos com hibridização sp , que formam ligações π e σ , resultando em uma geometria linear e não tetraédrica. A seleção desta resposta pode indicar que os alunos confundiram a presença de múltiplas ligações com a ideia de um carbono quaternário, sem considerar que as características de hibridização e geometria molecular são distintas para essas configurações. Assim, o erro dos estudantes ao marcar a alternativa (D) pode ser atribuído à falta de compreensão das diferenças entre os tipos de hibridização do carbono e as consequências estruturais de cada uma delas. Isso evidencia que é essencial fortalecer o ensino sobre as propriedades estruturais dos carbonos em compostos orgânicos para corrigir esses equívocos.

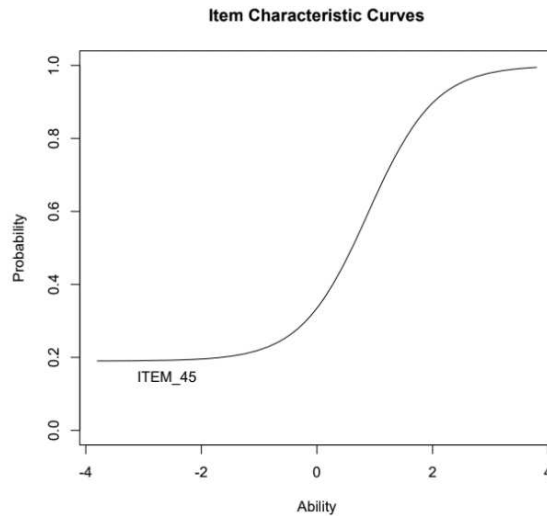
Por fim, a alternativa menos marcada pelos estudantes, representando 6,68% foi a letra (E). Em nossa análise, os alunos escolheram os “pés”, representados por características que implicam ligações simples. Isso se deu, provavelmente, pelo fato de os respondentes não considerarem que o carbono quaternário necessita de quatro ligantes de carbono e não, simplesmente, de ligações simples em si. Este erro pode surgir de uma interpretação literal dos traços como ligações simples, levando à falsa suposição de que qualquer carbono ligado a quatro outros átomos quaisquer seria, automaticamente, quaternário. A escolha dessa opção aponta para uma necessidade de esclarecimento sobre a natureza das ligações que formam um carbono quaternário e a distinção entre o número e o tipo de ligações que um átomo de carbono pode ter. Isso destaca a importância do ensino detalhado sobre estruturas moleculares e hibridização no estudo da Química Orgânica.

Sendo assim, a análise estatística das bisseriais, aliada à avaliação qualitativa dos erros conceituais cometidos pelos estudantes nas alternativas incorretas auxilia o professor na retomada de consciência sobre o processo de ensino, se valendo de uma ampla visão para discutir aprimoramentos pedagógicos. Um esclarecimento positivo significativo para a alternativa correta (A) indica que estudantes com maior proficiência tendem a identificar corretamente o carbono quaternário nas “mãos” do “NanoKid”, refletindo uma compreensão sólida de conceitos chave em Química Orgânica. Inversamente, os valores negativos das bisseriais para as demais alternativas sugerem que há concepções errôneas persistentes entre os exames com desempenho inferior, reforçando a necessidade de uma intervenção educacional focada nesse aspecto.

A prevalência de escolhas pelos distratores aponta para dificuldades comuns no entendimento da hibridização de carbonos e na interpretação de estruturas moleculares. Tais equívocos conceituais, especialmente a confusão entre a presença de diferentes ligantes e a configuração tetraédrica do carbono quaternário, ressaltam lacunas críticas no ensino de Química que precisam ser abordadas. Este estudo marca a urgência de um ensino da Química Orgânica que se volte não apenas à memorização de nomenclaturas, mas, também, à habilidade de aplicar o conhecimento teórico na interpretação de dados e na solução de problemas. A integração dessas abordagens pedagógicas promoverá uma aprendizagem mais profunda e rigorosa, refletindo-se em uma melhoria no desempenho dos estudantes em avaliações futuras e em seus julgamentos científicos.

Uma análise realizada através da Teoria de Resposta ao Item (TRI) revela mais detalhes sobre as competências dos estudantes. Observe-se que o parâmetro “a”, que indica a discriminação do item e que obteve um valor de 0,023, é relativamente baixo em relação aos outros itens selecionados para este estudo, demonstrando que a questão possui uma capacidade limitada de diferenciar entre estudantes com diferentes níveis de habilidade. O parâmetro “b”, com um valor de 537,86, sugere um nível de dificuldade elevado, indicando que a questão foi um desafio para a maioria dos alunos. Já o parâmetro “c”, que alcançou o índice de 0,19, aponta para uma taxa de acerto ao acaso esperado. Para ilustrar essas informações de forma concisa, foram construídas a CCI para o item 90 (Figura 27) e sua respectiva CII (Figura 28), que permite uma visualização apurada da influência dessas configurações no comportamento das respostas dos alunos. Essas curvas são instrumentos que auxiliam a desvendar as nuances do processo avaliativo e orientar ajustes no ensino de Química Orgânica, melhorando o desenvolvimento das habilidades científicas dos estudantes.

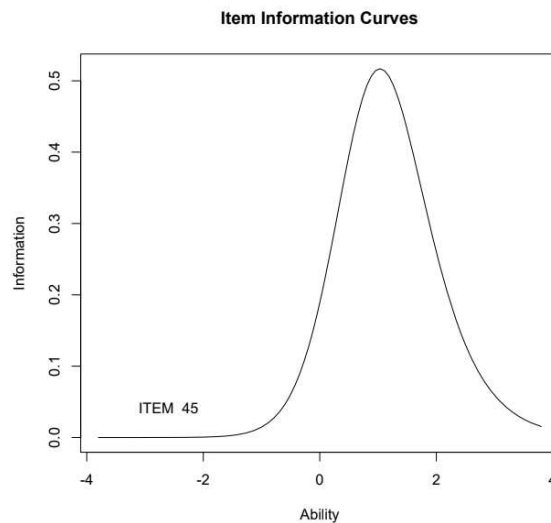
Figura 27 - CCI da Questão 90 (Item_45) do Caderno Azul da edição de 2013 do Enem



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A CCI para o Item_45 do Enem indica como a probabilidade de acerto no item varia em função da habilidade do aluno. A curva indica que estudantes com habilidades mais altas têm maior probabilidade de acertar a questão. A curva começa a subir, significativamente, quando se aproxima de uma habilidade de 0, o que sugere que a questão começa a ser melhor discriminada entre os estudantes com habilidades em torno deste ponto. No entanto, a orientação da CCI limita que a discriminação do item não é muito alta, ou seja, a questão não diferencia de forma eficiente os estudantes de habilidades médias dos de habilidades altas, como seria o ideal.

Figura 28 - CII da Questão 90 (Item_45) do Caderno Azul da edição de 2013 do Enem



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Já a CII evidencia a precisão do item em relação ao nível de habilidade do aluno. O pico da CII do ITEM_45 ocorre próximo a uma habilidade de 1, o que é consistente com a CCI e indica que a questão fornece uma maior quantidade de informação para estudantes com habilidade em torno da média. Além disso, a curva é relativamente estreita, o que significa que o item é mais informativo para um intervalo limitado de habilidade e menos informativo para estudantes com habilidades muito abaixo ou muito acima deste intervalo.

Em termos pedagógicos, essas curvas sugerem que o Item_45 é adequado para avaliar estudantes com habilidade média, mas não é tão eficaz para discriminar entre aqueles com habilidades muito baixas ou muito altas. Isso pode ser um sinal de que o item é complexo o suficiente para desafiar os alunos com a compreensão média da matéria, mas não é suficientemente exigente para os de alta habilidade, nem suficientemente acessível para os de baixa habilidade. Em suma, é relevante considerar os indicadores que foram fornecidos por essas análises, pois podem ser utilizados para orientar disciplinas educacionais específicas, melhorando a compreensão dos conceitos de Química Orgânica avaliados pelo Item_45 e, conseqüentemente, o desempenho dos alunos em conceitos semelhantes.

Na próxima seção, daremos voz aos educadores de Química²², permitindo-lhes mergulhar profundamente nas dinâmicas cognitivas de seus alunos. Por meio de dados estatísticos dos itens do Enem de quatro anos consecutivos, os professores terão a oportunidade de refletir sobre a racionalidade por trás das escolhas dos estudantes. Essa reflexão é essencial, pois promove uma pluralidade de informações sobre as razões que levam os alunos a selecionarem determinadas respostas nos testes. Mais do que uma análise simples, esse processo é um exercício de capacitação docente que oferece aos professores uma nova perspectiva sobre a utilização dos resultados das avaliações. Ao avaliar e entender as tendências de resposta, os docentes podem desenvolver maior autonomia e uma abordagem reflexiva, crítica e personalizada em relação à sua prática pedagógica, desenvolvendo um ensino mais eficaz e alinhado com as necessidades de aprendizagem dos alunos.

²² As falas dos professores foram transcritas integralmente e preservadas em sua forma original, sem modificações ou correções gramaticais, com o objetivo de manter a fidelidade aos raciocínios e expressões dos participantes.

7.3.3 A apropriação dos resultados por professores de Química durante o curso de extensão: os itens das edições do Enem de 2014 a 2017 em análise

Esta seção foi organizada em dois segmentos diferentes, cada um correspondente a uma fase específica do curso de extensão universitária oferecido por nós. O primeiro segmento abordou a análise coletiva de dois itens da edição de 2014 com a “Turma A” e dois itens da edição de 2015 na “Turma B”. Esses itens foram descritos na seção 7.3.1. Esta fase da pesquisa enfatiza a importância da colaboração e do debate em grupo na interpretação das questões, valorizando a contribuição mútua e o esforço conjunto para decifrar dos itens. Além disso, busca enriquecer o processo educacional por meio da diversidade, introduzindo novos desafios e incentivando o compartilhamento de diferentes perspectivas e técnicas analíticas.

No segundo segmento, referente às edições de 2016 e 2017, a dinâmica se altera para uma atividade individual, em que cada educador é incentivado a examinar dois itens de forma autônoma. A edição de 2016 foi designada aos professores de Química da “Turma A” e a edição de 2017 foi destinada aos docentes da “Turma B”. Este método promove a reflexão pessoal, permitindo que os professores desenvolvam e aprimorem suas habilidades analíticas de maneira independente. Além disso, os professores tiveram a oportunidade de aprofundar as competências anteriormente previstas e de experimentar novas metodologias analíticas para tratamento dos resultados do Enem.

É essencial destacar que o planejamento dessas dinâmicas teve por objetivo evidenciar a variedade de processos cognitivos dos estudantes de diferentes turmas, conforme demonstrado pelas análises feitas pelos professores. Além disso, cada etapa da análise lança luz sobre diversas práticas de aprendizagem e estratégias de ensino aplicadas em sala de aula, sublinhando um avanço contínuo no desenvolvimento do pensamento crítico e das habilidades analíticas dos educadores de Química ao longo do curso. Cabe, neste momento, revisitar a etapa mencionada na metodologia onde, durante a dinâmica, ocorreram momentos em que os professores falavam simultaneamente, complicando a transcrição precisa de suas falas como um diálogo. Com o intuito de preservar a alta qualidade tanto da redação quanto da experiência de leitura, decidimos que, nesses casos de fala simultânea, descreveríamos os diálogos a partir de nossa perspectiva. Essa abordagem se apoia também nas anotações realizadas durante e após os encontros.

7.3.3.1 *A apropriação dos resultados do Enem por professores de Química durante o curso de extensão: os itens das edições do Enem de 2014 e 2015 em desenvolvimento coletivo*

Iniciamos nossa análise nesta seção pela edição de 2014, que traz em destaque as Questão 49 (Item_4) e a Questão 51 (Item_6). A seção acompanha uma discussão entre os professores de Química do curso de extensão da “Turma A”, que fazem uma reflexão inicial sobre os caminhos cognitivos que levaram os estudantes a optarem por cada alternativa, sobre a construção da sentença descritora do item e sobre a relação dessas interpretações pedagógicas com a interpretação estatística. O item apresentado na Figura 29 foi o que, em comparação com os outros itens que avaliaram conceitos de Química desta mesma edição, apontou para o menor parâmetro “b”:

Figura 29 - Questão 49 do Caderno Azul (Item_4) da edição de 2014 do Enem

O potencial brasileiro para transformar lixo em energia permanece subutilizado — apenas pequena parte dos resíduos brasileiros é utilizada para gerar energia. Contudo, bons exemplos são os aterros sanitários, que utilizam a principal fonte de energia ali produzida. Alguns aterros vendem créditos de carbono com base no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), do Protocolo de Kyoto.

Essa fonte de energia subutilizada, citada no texto, é o

- ☐ A etanol, obtido a partir da decomposição da matéria orgânica por bactérias.
- ☐ B gás natural, formado pela ação de fungos decompositores da matéria orgânica.
- ☐ C óleo de xisto, obtido pela decomposição da matéria orgânica pelas bactérias anaeróbias.
- ☒ D gás metano, obtido pela atividade de bactérias anaeróbias na decomposição da matéria orgânica.
- ☐ E gás liquefeito de petróleo, obtido pela decomposição de vegetais presentes nos restos de comida.

Fonte: Inep, 2014.

Adentrando na análise do Item_4, nos deparamos com uma questão que exigia dos alunos não só conhecimento específico de Química, mas, também, a habilidade de relacionar processos bioquímicos com contextos ambientais e tecnológicos. A questão envolvia a identificação da fonte de energia subutilizada citada no texto, desafiando os alunos a reconhecerem processos de decomposição da matéria orgânica e a geração de energia a partir de tais processos. O gabarito destacado na Figura 29, menciona o gás metano, obtido pela atividade de bactérias anaeróbias na decomposição da matéria orgânica, uma alusão direta à produção de biogás em aterros sanitários.

Como já apresentado na seção 7.3.1, essa questão se destacou por seu valor baixo no parâmetro “b”, uma medida de dificuldade na TRI. Este parâmetro revelou que o Item_4, apesar de ser um dos mais difíceis, foi o que apresentou o menor valor de “b” entre os itens de Química analisados no período de 2013 a 2017. Essa característica do item sinaliza sua importância como ferramenta diagnóstica para compreender o grau de entendimento dos alunos em conceitos de Química Ambiental e suas aplicações práticas. A questão funcionou não só como um indicador do conhecimento teórico, mas, também, da habilidade dos estudantes em aplicar esse conhecimento em contextos reais, enfatizando a relevância da disciplina no desenvolvimento sustentável e na conscientização ambiental.

Além disso, uma avaliação detalhada dos dados relativos ao Item_4 expõe várias informações sobre o comportamento dos estudantes perante a questão. Com apenas 23,02% de acertos, o item reforça sua classificação como “desafiador”. A distribuição quase uniforme das escolhas de resposta (variando de 17,93% a 23,02%) indica que não havia uma alternativa óbvia, sugerindo um grau significativo de incerteza entre os alunos. O valor da correlação ponto-bisserial da alternativa correta (D) foi de 0,295, apontando que os alunos que a escolheram tendiam a ter um desempenho geral melhor na prova. Em contraste, as correlações negativas das outras alternativas demonstram que suas seleções estavam associadas a um desempenho geral mais baixo. Esse discernimento reforça a necessidade de um ensino de Química que não apenas cubra o conteúdo, mas que também desenvolva o pensamento crítico e analítico, preparando os alunos para não apenas entender a matéria, mas para utilizá-la de maneira eficaz na solução de problemas práticos e ambientais.

A primeira tarefa dada aos participantes do curso de extensão foi a elaboração de uma sentença que descrevesse este item em análise. Neste momento do curso, os professores da “Turma A” demonstraram compreender o que seria a sentença descritora do item, ou seja, a descrição da habilidade que emerge do item do teste, a partir da habilidade descrita na Matriz de Referência do Enem. Como já discutimos no capítulo 2, a BNCC (2018) orienta que a elaboração da sentença descritora deve envolver a presença do verbo, que determina a ação cognitiva do estudante, o conteúdo mobilizado e o contexto envolvido no item. Durante o curso remoto, os professores de Química se engajaram na atividade proposta para formular a sentença descritora para a Questão 49. O diálogo entre eles se suscitou da seguinte forma:

Gustavo: Bom, a questão de número 49, edição 2014.... Vamos decifrar essa habilidade. Temos a imagem do item anexada aqui.

Rachel: Ok, Gustavo, mas qual é o código da habilidade do Enem que estamos olhando?

Gustavo: É a habilidade 23, Rachel. Está em anexo no e-mail do nosso curso, junto ao documento de questões, no arquivo que o Vinicius enviou.

Rachel: Ah, claro, agora vejo. Então, de acordo com o Enem, é a habilidade de “avaliar a possibilidade de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos”, certo?

Rafael: Exatamente. Está bem aqui no guia do Enem que estou consultando. Também menciona considerações éticas, ambientais, sociais e econômicas.

Graça: Entendi. Agora, para esse item específico, precisamos definir qual é a habilidade domínio, a sentença que descreve ele, correto?

Marcus: Sim, a sentença descritora é aquela que se sobressai no item. Lembra daquela questão que o Vinicius trouxe? A habilidade listada pelo Inep era 19, mas parecia mais uma 24 ou 27 à primeira vista.

Rachel: Ah, sim, isso me faz pensar. A sentença descritora não é apenas a habilidade principal, mas também aquela que conecta o conhecimento específico de Química que o aluno deve demonstrar no item.

Marcus: Exato, Rachel. Ela é a habilidade que se destaca quando lemos o comando da questão e analisamos o que é pedido ao estudante. Seguindo a estrutura sugerida pela BNCC, começamos com o verbo da ação, seguido pelo objeto de conhecimento e, por fim, o contexto de aplicação desse conhecimento.

Graça: Isso faz sentido. Assim, para mim, essa questão, a habilidade domínio seria avaliar a geração de energia – no caso, o gás metano – a partir da decomposição anaeróbica de matéria orgânica, considerando as implicações ambientais do aproveitamento de resíduos em aterros sanitários.

Marcus: Gostei!

Rachel: É, concordo!

Gustavo: Também gostei, Graça!

Rafael: Perfeito, Graça! Isso reflete exatamente o que a questão exige do estudante. Vou anotar isso como a sentença descritora da habilidade domínio para o nosso relatório de análise.

Com base nesse diálogo entre os professores de Química da “Turma A”, observamos o processo colaborativo de interpretação e síntese da habilidade relacionada a uma questão específica do Enem, o Item_4, Questão 49. Eles estão focados em identificar a habilidade central, ou “habilidade domínio”, que um determinado item da avaliação está diagnosticando. Nota-se que, inicialmente, há uma troca de informações para garantir que todos estejam referenciando o mesmo documento e entendendo corretamente a habilidade listada pelo Enem, que é a 23. Isso demonstra uma preocupação com a precisão e um entendimento comum antes de prosseguirem a discussão.

Gustavo e Rachel iniciam a conversa verificando a documentação e a habilidade em questão, enquanto Rafael oferece uma confirmação adicional baseada em seu material. A intervenção de Graça moveu a discussão para o próximo passo: a definição da sentença descritora. Marcus, então, introduziu o conceito de que a habilidade domínio deve ser diferente da habilidade listada pelo Inep, baseando-se na experiência prévia que tiveram ao longo do

curso. Rachel ressaltou a importância de conectar o conhecimento específico de Química exigido pelo item à habilidade domínio, enquanto Marcus esclareceu que a sentença deve refletir a ação, o objeto de conhecimento e o contexto de aplicação, seguindo a estrutura sugerida pela BNCC (2018). Assim, a professora Graça formulou uma sentença descritora que captura a essência do que é exigido pelo item do Enem: “Avaliar a geração de energia a partir da decomposição anaeróbica de matéria orgânica, com a consideração de implicações ambientais”. Essa sentença é imediatamente aceita e elogiada pelos demais professores, indicando um consenso no grupo. Esse diálogo mostra como o trabalho em equipe e a comunicação efetiva entre educadores podem contribuir para uma compreensão mais profunda dos objetivos de aprendizagem e de como eles são avaliados em um exame complexo como o Enem. Além disso, reflete o compromisso dos professores com a precisão pedagógica e a relevância de se alinhar as práticas de ensino às expectativas das avaliações nacionais.

Conforme mencionado no diálogo, o item avaliou a habilidade H23 da Matriz de referência do Enem: “Avaliar possibilidades de geração, uso ou transformação de energia em ambientes específicos, considerando implicações éticas, ambientais, sociais e/ou econômicas.”. Durante o estudo, analisamos a sentença descritora deste item, compreendendo que os estudantes devem “Avaliar a geração de energia por meio da decomposição anaeróbica de resíduos orgânicos em aterros sanitários, considerando suas implicações ambientais, sociais e econômicas.”. Essa compreensão decorre do uso do verbo cognitivo “avaliar”, que, segundo Bloom *et al.* (1977), é classificado como um dos níveis mais elevados de pensamento crítico. Esse verbo exige que os alunos não apenas entendam e analisem a informação, mas, também, façam julgamentos baseados em critérios definidos ou padrões. No contexto da Química, e mais especificamente para do item apresentado, o verbo "avaliar" implica que os alunos devem examinar e julgar o processo de obtenção de energia por meio da decomposição anaeróbica de matéria orgânica, que, nesse caso, é representado pela produção de gás metano a partir de resíduos em aterros sanitários.

Ao contextualizar essa ação com o item em questão, os alunos precisam entender os princípios químicos e biológicos subjacentes à produção de biogás, incluindo a atividade das bactérias anaeróbicas e refletir sobre como esses processos se encaixam em um contexto ambiental e tecnológico mais amplo. Além disso, devem considerar as implicações éticas, ambientais e econômicas do aproveitamento desses gases como fonte de energia. Isso não só requer um conhecimento aprofundado da Química e da Biologia, mas, também, o

desenvolvimeto da habilidade de aplicar esse conhecimento em um cenário prático, refletindo sobre suas consequências globais.

Diante disso, compreendemos que o conteúdo mobilizado na Questão 49 está relacionado à geração de energia a partir da decomposição anaeróbica de matéria orgânica, pois isso envolve compreender os processos bioquímicos e físico-químicos que permitem a transformação de resíduos orgânicos em energia, especificamente na forma de gás metano. Por fim, o contexto do item abordou a gestão de resíduos sólidos em aterros sanitários e a produção de energia a partir deste processo, o que implica uma análise dos desdobramentos de tais práticas nos âmbitos ambiental, social e econômico. Esse estudo sobre a sentença descritora vai ao encontro ao que os professores de Química propuseram na atividade.

O segundo estágio da análise pedagógica consistiu em realizar uma introspecção detalhada sobre os processos mentais que os estudantes poderiam ter empregado ao se depararem com cada uma das alternativas de resposta. Essa etapa crítica envolveu considerar as diversas vias de raciocínio que poderiam levar a escolhas específicas, englobando tanto o reconhecimento direto do conteúdo correto quanto as armadilhas conceituais que poderiam desviar os alunos para distratores. A fala dos professores de Química a seguir ilustra essa discussão. Iniciaremos a discussão com a alternativa (A). Professor Gustavo inicia o diálogo: “Nessa, olha só, 17% dos alunos escolheram a alternativa (A), etanol. Por que você acha que eles foram por esse caminho?”. Em seguida, a professora Ana responde:

Pode ser uma confusão com a ideia de energia renovável, Gustavo. O etanol é bastante discutido como combustível verde, então talvez tenham associado o termo 'créditos de carbono' do texto com uma energia subutilizada e 'limpa'. [...] talvez tenha induzido a pensar em algo ecologicamente correto, como o etanol.

Com base na conversa entre Gustavo e Ana, a justificativa para os alunos marcarem a alternativa A, que menciona o etanol, pode estar enraizada em uma confusão conceitual comum sobre fontes de energia renováveis e subutilizadas. A discussão sugere que os estudantes podem ter associado, indevidamente, a produção de etanol, um biocombustível considerado “verde” ou ecologicamente correto, com a ideia de energia subutilizada mencionada no texto. O termo “créditos de carbono” também poderia ter reforçado essa associação, já que é frequentemente ligado a práticas sustentáveis e redução de emissões de gases de efeito estufa. Os alunos podem ter sido levados a crer que o etanol, por ser uma alternativa renovável e menos poluente em comparação aos combustíveis fósseis, se enquadra na categoria de energias subutilizadas que merecem mais atenção no contexto dos créditos de carbono. Esse raciocínio, embora alinhado

às preocupações ambientais atuais, desvia-se do contexto específico da questão, que se concentra no tratamento de resíduos e na geração de energia a partir da decomposição anaeróbica em aterros sanitários.

Outra sugestão mais alinhada ao contexto do item para essa marcação na letra (A) pode estar associada à relação equivocada da produção de etanol com a degradação de resíduos orgânicos por bactérias em condições anaeróbicas. A alternativa (A) menciona “etanol, obtido a partir da decomposição da matéria orgânica por bactérias”, o que pode levar o aluno a associar, incorretamente, a conhecida produção de biocombustíveis, como o etanol, com o processo de decomposição de resíduos em aterros sanitários. Na realidade, o etanol é comumente produzido através da fermentação anaeróbica de açúcares por leveduras, e não pela decomposição de resíduos por bactérias. O aluno pode confundir a fermentação, um processo controlado utilizado na produção de etanol, com a decomposição natural de resíduos orgânicos, que pode resultar em diferentes subprodutos como o metano, especialmente em condições anaeróbicas de aterros sanitários. Essa confusão pode ser agravada se o estudante tiver um entendimento superficial de que tanto a decomposição quanto a produção de biocombustíveis envolvem matéria orgânica e atividade microbiana, sem distinguir entre os diferentes processos e produtos finais envolvidos. Portanto, a escolha da alternativa (A) pode refletir uma compreensão equivocada dos processos químicos e biológicos que resultam na produção de etanol e outros biogases.

Em seguida, o professor Gustavo indaga a respeito dos próximos distratores: “E quanto ao gás natural e óleo de xisto?”. O professor Rafael responde:

Ah, aí entra a questão do lixo mencionada no texto. Alguns devem ter pensado no gás natural, por ser um termo comum, e, talvez, no óleo de xisto, por ouvirem falar em petróleo e derivados. Ainda assim, a confusão entre gás natural e metano é compreensível, já que o metano é um dos componentes do gás natural.

Rafael continua desenvolvendo o caminho cognitivo dos estudantes e associa o erro à leitura equivocada da situação-problema:

Isso mostra a importância da leitura atenta. Muitos devem ter parado no 'gás natural' e nem leram sobre as bactérias anaeróbicas. A prova quer que o aluno relacione conhecimentos de várias disciplinas, como Química e Biologia.

Com base na explicação do professor Rafael, uma justificativa plausível para os alunos marcarem a alternativa (B), que menciona gás natural formado pela ação de fungos decompositores da matéria orgânica, pode estar associada ao equívoco na relação da geração de gás natural com o processo de decomposição em lixões, mencionado no texto, devido à

familiaridade do termo “gás natural” e sua associação comum com fontes de energia. Ao se depararem com a opção que inclui “gás natural” e “óleo de xisto”, termos relacionados a recursos energéticos conhecidos e frequentemente discutidos em contextos de petróleo e seus derivados, os alunos podem ter feito uma conexão direta e simplista entre esses conceitos e o contexto do lixo. Além disso, a confusão entre gás natural e metano, como aponta Rafael, é compreensível, dada a composição do gás natural, que inclui o metano como um de seus principais componentes. Essa associação pode ser reforçada pelo conhecimento de que o metano é frequentemente liberado em lixões e aterros sanitários, o que poderia levar os alunos a concluir que os fungos decompositores estariam diretamente envolvidos na produção de gás natural nesse ambiente.

Rafael destaca também a importância de uma leitura cuidadosa da questão, sugerindo que alguns alunos podem ter focado, exclusivamente, na menção do “gás natural” sem considerar adequadamente a parte do enunciado que especifica a ação de bactérias anaeróbicas. O erro dos alunos, portanto, não seria apenas um mal-entendido conceitual, mas, também, um resultado de uma integração inadequada de conhecimentos interdisciplinares de Química e Biologia.

Ampliando a discussão elaborada pelo professor Rafael e aceita pelos outros professores da “Turma A”, compreendemos que um estudante poderia selecionar a alternativa (B) por associar erroneamente a ação de fungos decompositores na matéria orgânica com a geração de um tipo de energia ou subproduto energético, como o gás natural. O erro conceitual aqui pode decorrer de uma confusão entre o papel dos fungos no ciclo de decomposição natural e o processo específico de geração de energia. Na decomposição, fungos e outros microrganismos desintegram a matéria orgânica, contribuindo para o ciclo de nutrientes no ecossistema. Contudo, a produção de gás natural como resultado direto da ação de fungos não é típica; o gás natural é comumente formado a partir da decomposição anaeróbica de matéria orgânica em sedimentos subterrâneos ao longo de milhões de anos, envolvendo processos geológicos e microbiológicos muito diferentes. Assim, os estudantes podem ter se confundido pela menção à decomposição de matéria orgânica, que é correta, mas falharam em reconhecer que o tipo de microrganismo e o ambiente em que a decomposição ocorre são críticos para determinar o tipo de gás produzido. Além disso, a alternativa (B) menciona “gás natural”, que é um termo comum relacionado a fontes de energia, o que pode ter atraído alunos com uma compreensão superficial dos processos envolvidos na produção de diferentes tipos de gases.

A iniciação realizada pelo professor Gustavo sobre o óleo de xisto apresentado na letra (C) caminha para o sentido de que esse seja um composto menos conhecido pelos estudantes:

E sobre o óleo de xisto na letra (C), será que eles sabem o que é? É menos conhecido, então, talvez, por isso, tenha tido menos escolha, assim como o etanol, que, apesar de ser uma energia renovável, não é tão associado a resíduos.

Em seguida, a professora Rachel concorda e conclui:

Acho que isso reforça a ideia de que eles tendem a escolher o que lhes é familiar. E, muitas vezes, não é apenas desconhecimento, mas a pressão do tempo que os impede de ler com atenção.

Com base na fala dos professores, a justificativa para um aluno marcar a alternativa (C), que menciona o óleo de xisto, pode ser influenciada pela percepção de que este é um termo menos familiar no contexto educacional. Segundo o professor Gustavo, o óleo de xisto pode não ser um composto amplamente reconhecido pelos estudantes, o que poderia levar a uma menor frequência de escolha desta opção em comparação aos termos mais comuns como o etanol ou o gás natural. Além disso, a professora Rachel aponta que, sob a pressão do tempo e o estresse da situação de teste, os estudantes podem tender a optar por respostas com termos familiares, ignorando alternativas que contenham conceitos menos conhecidos ou que exijam uma leitura e interpretação mais cuidadosa do enunciado. Isso sugere que a escolha da letra (C) poderia ser menos frequente não por ser a menos correta conceitualmente, mas por ser menos reconhecida e, portanto, menos selecionada intuitivamente pelos alunos. Nesse sentido, a marcação dessa alternativa por parte dos alunos poderia estar associada a uma combinação de desconhecimento sobre o óleo de xisto e a influência da pressão do tempo de prova, que, juntos, levam a uma leitura superficial do enunciado da questão, resultando na escolha de opções baseadas em reconhecimento e familiaridade em vez de uma compreensão aprofundada do conteúdo.

Ampliando as possibilidades, o erro conceitual também pode estar relacionado à confusão entre o processo de formação do óleo de xisto e o papel das bactérias anaeróbicas. O óleo de xisto é um tipo de óleo não convencional, que é extraído de formações de xisto através de processos como a fratura hidráulica (*fracking*) e não é um produto direto da atividade bacteriana. As bactérias anaeróbicas estão de fato envolvidas na decomposição da matéria orgânica, mas elas estão mais associadas à produção de metano em ambientes como aterros sanitários, onde a matéria orgânica é decomposta em condições sem oxigênio. Além disso, o

termo “óleo de xisto” pode ser confundido com “gás de xisto”, que é um hidrocarboneto extraído de forma semelhante, o que pode ter levado os alunos a pensar que ambos são produzidos através da mesma atividade biológica, quando, na realidade, a formação de óleo de xisto é um processo geológico que leva milhões de anos. Portanto, um estudante que escolhe a alternativa (C) pode ter realizado uma conexão equivocada entre a atividade das bactérias anaeróbicas e a produção de um recurso energético como o óleo de xisto, revelando um mal-entendido das diferenças entre os processos biológicos de decomposição e os processos geológicos e industriais de formação e extração de combustíveis fósseis.

Em relação ao gabarito (D), Graça aponta que: “A alternativa correta, o gás metano, é menos óbvia se você não pensar na decomposição de resíduos, como o texto sugere.”. Assim, um aluno escolheria a alternativa (D), que é o gabarito da questão analisada, provavelmente porque reconheceu a correlação entre a decomposição anaeróbica de matéria orgânica e a geração de gás metano. O enunciado menciona a necessidade de evitar a contaminação microbiana da água e traz à tona o contexto de aterros sanitários, que são conhecidos por serem locais onde o gás metano é produzido como resultado da decomposição de resíduos orgânicos por bactérias anaeróbicas. A habilidade testada envolve a compreensão de como diferentes processos podem gerar energia a partir de resíduos, logo, o aluno que escolhe a alternativa (D) demonstra conhecimento sobre a Bioquímica da decomposição anaeróbica e o ciclo do carbono. Esse processo é uma fonte comum de biogás, que é composto principalmente de metano, um combustível potencialmente útil. Portanto, ao marcar a letra (D), o estudante identifica corretamente o gás metano como um produto da atividade de bactérias anaeróbicas na decomposição de resíduos orgânicos, o que é pertinente em relação aos conceitos científicos e ambientais abordados na questão.

Em última análise, a professora Rachel percebe de que ainda resta a alternativa (E), dizendo: “E não esqueçam da alternativa (E), o gás liquefeito do petróleo. Como podem ter pensado que o gás é feito de petróleo obtido pela decomposição de vegetais presentes no resto de comida?”. Rachel faz uma reflexão sobre a própria pergunta e compartilha com a turma: “Hum... A palavra ‘petróleo’ deve ter chamado a atenção deles. Associar petróleo à energia é quase instintivo, né? Mesmo que a explicação da alternativa seja um pouco bizarra.”. Em seguida, a Professora Graça complementa: “É. Eles realmente não leram. Porque tantos marcam, né? Parece que muitos alunos focaram no combustível e ignoraram o contexto de ‘energia subutilizada’.” Diante dessas falas, a escolha da alternativa (E) pelos alunos, que cita

o “gás liquefeito de petróleo obtido pela decomposição de vegetais presentes nos restos de comida”, poderia ser justificada por alguns equívocos e associações precipitadas.

A presença do termo “petróleo” na opção pode ter atraído a atenção dos alunos, como Rachel observa, devido à sua direta associação com a energia e o combustível, uma conexão quase instintiva para muitos. No contexto do Ensino Médio, os alunos frequentemente discutem o petróleo como uma fonte de energia primária e podem não ter aprofundado o conhecimento sobre a origem biológica do petróleo e o longo processo geológico necessário para sua formação. Além disso, a afirmação de Graça sugere que os alunos podem não ter lido o enunciado da Questão 49 cuidadosamente. Em um contexto de teste, especialmente sob a pressão do tempo, os alunos podem se apressar e escolher uma resposta que parece plausível à primeira vista, sem refletir adequadamente sobre a validade científica da explicação oferecida. Eles podem ter reconhecido as palavras-chave “petróleo” e “gás” e associado erroneamente esses termos ao processo de decomposição dos resíduos de alimentos, sem considerar que a formação de petróleo não ocorre por meio da decomposição simples de restos de comida e que não é um processo comum em aterros sanitários ou condições semelhantes. Essa escolha, portanto, pode refletir tanto um erro conceitual sobre a formação de combustíveis fósseis quanto um problema de estratégias de leitura e interpretação de texto, em que a familiaridade com certos conceitos leva à seleção de respostas sem uma análise crítica do contexto apresentado pela questão.

Ampliando olhares sobre a marcação da alternativa (E), como pesquisadores, compreendemos que um aluno poderia escolher esse distrator devido a um erro conceitual relacionado à compreensão da origem e formação de combustíveis fósseis. A confusão pode surgir da noção de que o petróleo, um recurso energético bem conhecido, pode ser produzido rapidamente pela decomposição de matéria orgânica, como os restos de comida. Na realidade, o petróleo é formado ao longo de milhões de anos sob condições específicas de alta pressão e temperatura, a partir da decomposição de matéria orgânica de organismos antigos, principalmente plâncton e algas, depositados em ambientes marinhos. A formação de gás liquefeito de petróleo (GLP) não está associada à decomposição direta de vegetais presentes nos restos de comida em um lixão ou aterro sanitário.

Assim, ao marcar a alternativa (E), o estudante revela uma interpretação errônea do processo de formação do petróleo e do GLP, possivelmente atrelando a ideia de reciclagem de resíduos orgânicos à produção de energia. Esse erro pode ser exacerbado pela associação comum do termo “gás” a fontes de energia e pela falta de conhecimento específico sobre os

processos químicos e geológicos que levam à formação de combustíveis fósseis. Além disso, a referência a “gás liquefeito” pode induzir o aluno a pensar que esse é um produto diretamente obtido a partir de processos simples de decomposição, semelhantes à forma como alguns biogases são produzidos, o que não é o caso do GLP.

A integração de temas ambientais no currículo de Química do Ensino Médio é uma necessidade premente, ressaltada pela escassez de publicações acadêmicas que abordam diretamente as interseções entre a Educação Química e as preocupações socioambientais. Almeida (2023) aponta para a urgência de tratar questões ambientais não como adendos curriculares, mas como eixos centrais no fomento do conhecimento químico, incentivando assim uma compreensão ampla dos fenômenos mundiais pelos estudantes. Esta abordagem é fundamental para que os alunos desenvolvam uma visão crítica sobre a Química e seu papel no mundo, algo que é evidenciado pela análise do item do Enem em questão, que explora a produção de energia a partir de resíduos orgânicos.

A pesquisa de Paixão *et al.* (2019) responde a essa necessidade ao detalhar práticas pedagógicas que vão além da teoria, envolvendo os estudantes na construção de um biodigestor para entender a conversão de resíduos em energia. Este método prático revela que os alunos, inicialmente, possuem pouca compreensão dos processos científicos subjacentes à produção de energia e dos impactos ambientais da disposição inadequada do lixo. Além disso, Nonnenmacher *et al.* (2022) propõem um jogo didático como um meio inovador para explorar o ciclo do metano e o saneamento básico, passando por etapas que vão desde as características do esgoto até o aproveitamento energético do biogás, mostrando como a gamificação pode ser um recurso valioso no ensino de Química.

Na fase mais avançada desta atividade pedagógica, o grupo de docentes de Química realizaram a avaliação e interpretação dos indicadores estatísticos - especificamente as correlações ponto-bisserial das alternativas e do gabarito do item do Enem, sobretudo quando mais de uma alternativa está positiva como o gabarito. Esse indicador é fundamental, pois revela o poder discriminatório de cada alternativa, isto é, sua capacidade de diferenciar entre alunos que dominam ou não o conteúdo avaliado. O diálogo a seguir apresenta como ocorreu a comunicação relativa a essa análise:

Gustavo: Vamos analisar as bisseriais das alternativas desse item. Lembrem-se que a bisserial indica a capacidade de discriminação do item.

Marcus: Certo, Gustavo. Pelo que vi aqui, a bisserial da alternativa (D) é a única positiva. O que isso nos diz?

Graça: Significa que apenas a alternativa (D) tem uma correlação positiva com o desempenho geral dos alunos no teste. Os alunos que tendem a acertar o item D, provavelmente, têm um bom desempenho no teste inteiro.

Gustavo: Isso mesmo, Graça. E as bisseriais negativas nas outras alternativas?

Marcus: [...] uma bisserial negativa sugere que os alunos que escolheram essas alternativas tendem a ter um desempenho mais baixo no teste como um todo. Eles não têm o conhecimento necessário para acertar essa questão.

Rachel: Entendi. [...] mas, Gustavo, o que nos diz o fato de que a bisserial da alternativa (B) é quase positiva?

Gustavo: Boa observação, Rachel. Eu acho que pode indicar que essa alternativa é um distrator eficaz, atraindo até mesmo alunos com um desempenho melhor [...]. Talvez, porque o gás natural é, frequentemente, associado ao gás metano, que é correto no contexto da questão que a gente fez.

Graça: Isso mesmo, os alunos bons podem confundir, apesar de que esse distrator também foi quase uma pegadinha. Muito possível eles fazerem essa confusão.

Marcus: E quanto à alternativa (E), que tem a pior bisserial?

Rachel: A alternativa E, provavelmente, confundiu aqueles alunos que associam, indiscriminadamente, 'carbono' ao petróleo, sem uma compreensão adequada do que está sendo perguntado.

Rafael: Pularam os processos de extração, não é, Rachel?

Rachel: Parece que sim, Rafael! Muito comum com meus alunos.

Gustavo: Isso aponta para um problema no ensino ou na interpretação dos alunos sobre o tema. Precisamos refletir sobre como abordamos esses conceitos em sala de aula. Agora eu tô preocupado. Vou revisar meus materiais.

Marcus: Agora, sobre essa história de 'B barra N', o que isso significa?

Graça: 'B barra N' refere-se a brancos e nulos. São alunos que não marcaram nenhuma alternativa, o que também é um dado interessante. Foi baixo, então, quer dizer que os alunos tentaram fazer, né?

Gustavo: Mas quando é elevado, isso pode significar que o item era confuso ou difícil o suficiente para que um número significativo de alunos preferisse não responder.

Ana: Então, me ajudem a entender aqui, eu tô confusa. Podemos concluir que um aluno que acertou a Questão 49 tem uma maior chance, chance não é.... probabilidade de acertar outras questões com habilidades semelhantes?

Marcus: Entendo que sim, Ana, é uma boa inferência.

Rafael: Entendi que a bisserial positiva na alternativa correta mostra que alunos com um entendimento sólido tendem a se sair bem em itens que avaliam conhecimentos e habilidades semelhantes ao longo do teste. Então, penso que pode sim, Ana.

Ana: Que loucura isso!

Marcus: Isso nos dá muito em que pensar sobre como estamos preparando os alunos. Precisamos garantir que eles compreendam os conceitos além da superfície para que possam aplicar esse conhecimento em contextos variados.

Ana: Concordo, gente! Parece que vou precisar rever, pensar de novo, algumas estratégias de ensino, como estou falando sobre isso nas minhas aulas, para tentar e.... melhorar! Nunca me atentei a isso!

Esse diálogo revela a importância de interpretar as bisseriais, medidas estatísticas que refletem a eficácia de cada alternativa em discriminar entre alunos com diferentes níveis de competência no conteúdo testado. A conversa também evidencia o valor da colaboração entre

educadores, o que dificilmente acontece devido a questões de horário ou do reduzido número de docentes de Química em uma escola. Além disso, é importante realizar duas correções em relação ao conteúdo da discussão dos professores. A primeira é direcionada a fala do professor Gustavo, que conclui que bisseriais próximas de 0 atraem bons estudantes, quando, na verdade, se trata do contrário. Um distrator com uma bisserial negativa é mais eficaz do que um distrator com uma bisserial zero, por exemplo. Para as bisseriais negativas, quanto maior o seu módulo, maior a “eficácia” do distrator em levar o examinado para uma opção errada. Outro fala que carece de correção é a do professor Marcus, quando atribui a alternativa (E) uma “pior” bisserial apenas por ter um valor maior em módulo negativo, sendo que, na verdade, o distrator cumpre com sua finalidade de ser a opção mais marcada por alunos com pouca habilidade.

A partir desse contexto, é relevante destacar que, ao realizar a apropriação dos resultados, o professor pratica a análise estatística de dados e reflete sobre a própria prática, o que se torna evidente quando Ana expressa sua intenção de reavaliar e aprimorar suas práticas de ensino à luz dessas novas informações, ecoando o sentimento dos outros professores sobre a necessidade de ressignificar o que eles chamam de “preparar os alunos” para a continuidade dos estudos, reconhecendo a importância de desenvolver o caminho cognitivo que o possibilite aplicar seu conhecimento de forma mais ampla e profunda. Esse diálogo ilustra que, a partir das métricas da TRI, é possível repensar o ensino e, para além disso, reconhecer o valor da colaboração entre educadores e da análise de dados para o desenvolvimento contínuo de práticas pedagógicas mais eficazes.

A análise detalhada dos dados do item 49 do Caderno Azul de Ciências da Natureza do Enem 2014, utilizando a TRI, revelam a baixa discriminação (parâmetro “a” = 0,027) deste item. Este dado sugere que ele não foi eficaz na diferenciação de alunos com distintos níveis de competência no conteúdo abordado. Esse indicador é crucial para educadores que, como Ana, buscam entender e melhorar a eficácia de sua instrução. Por outro lado, a elevada dificuldade (parâmetro “b” = 615,46) indica que o item foi desafiador, potencialmente revelando lacunas no ensino ou na compreensão dos alunos sobre tópicos específicos. O índice de acerto casual (parâmetro “c” = 0,153) mostra uma probabilidade moderada de acertos por adivinhação, destacando a necessidade de itens bem estruturados que avaliem genuinamente o conhecimento do aluno. Os professores participantes do curso analisaram esses dados da seguinte forma:

Ana: Rafael, estou tentando entender como você chegou à conclusão sobre a dificuldade do item. Pode me mostrar onde na tabela você está vendo isso?

Rafael: Então, Ana. Se você olhar para a parte inferior da primeira tabela, no segundo quadrinho, você vai ver os três parâmetros: “a”, “b” e “c”. O

parâmetro “a” nos diz sobre a discriminação do item – basicamente se consegue diferenciar quem sabe daquele que não sabe o conteúdo. O parâmetro “b”, que é o que estamos focando, indica a dificuldade do item. E o parâmetro “c” dá uma ideia sobre a probabilidade de chutes.

Ana: Ah, entendi agora. Então o parâmetro “b” que está mostrando como 615,46 é uma indicação de dificuldade baixa, é isso?

Rafael: Exatamente. Isso significa que o item 49, com um parâmetro “b” mais baixo, é um desafio mais acessível para os estudantes. Portanto, um aluno que acerta essa questão provavelmente tem uma base sólida para enfrentar itens mais complexos.

Ana: E essa história de ancoragem? Como isso se encaixa aqui?

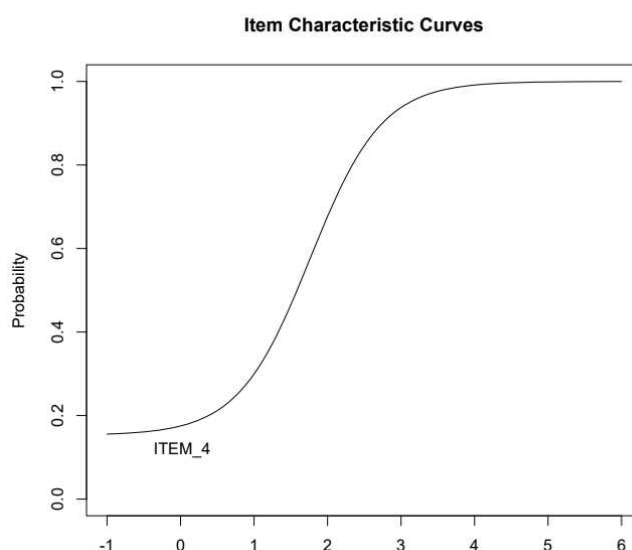
Rafael: A ancoragem é uma pontuação de referência. Se um aluno não tem condições de acertar itens com pontuação menor que 622, por exemplo, ao chegar no item 49, que requer 615 pontos, ele vai começar a chutar. Isso porque, em todo o teste de Ciências da Natureza, ele não mostrou capacidade de acertar itens até esse nível de pontuação, que já consideramos alto.

Ana: Então, se ele já demonstrou dificuldades em conceitos básicos como poluição e meio ambiente, que são abordados no item 49, é provável que tenha problemas semelhantes em biologia também?

Rafael: Sim, entendo isso. Se ele não sabe o básico, ao se deparar com o item 49, que talvez integre esses conceitos de uma maneira mais complexa, vai ter ainda mais dificuldade. Isso nos mostra a importância de fortalecer o ensino desses conceitos fundamentais.

Com base nesse diálogo, é possível considerar que esta análise dos parâmetros da TRI fornece uma base sólida para discussões colaborativas entre educadores, incentivando uma abordagem mais ampla e integrada com os aspectos pedagógicos discutidos sobre o item na preparação dos alunos. Ao incorporar esses dados em suas práticas pedagógicas, Ana e seus colegas podem refinar estratégias de ensino para abordar as necessidades específicas dos estudantes, promovendo um aprendizado mais profundo e aplicável. Para apresentar esses dados de maneira mais evidente, elaboramos a CCI para a Questão 49 (Figura 30) e a CII (Figura 31). Essas curvas nos permitem examinar de forma mais detalhada o comportamento dos parâmetros mencionados. Optamos por não incluir essa etapa na atividade principal, com o objetivo de promover uma discussão aprofundada a partir dos achados dos professores.

Figura 30 - CCI da Questão 49 (Item_4) do Caderno Azul da edição de 2014 do Enem



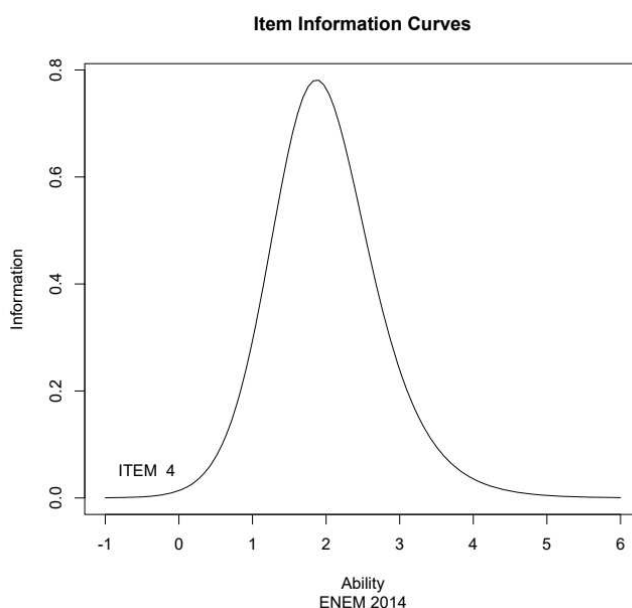
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A análise da CCI do item 4 (que corresponde à Questão 49), permite a compreensão de que conforme a habilidade (ou proficiência) do aluno aumenta (no eixo horizontal), a probabilidade de acerto da questão (no eixo vertical) também aumenta, o que é esperado em um teste bem calibrado. No início da curva, onde a habilidade dos alunos é baixa (à esquerda do gráfico), a probabilidade de acerto é próxima de zero, indicando que alunos com pouca proficiência no conteúdo testado têm uma baixa chance de acertar a questão. À medida que a habilidade aumenta, a probabilidade de acerto sobe, o que demonstra que o item é capaz de diferenciar entre alunos de diferentes níveis de habilidade. Além disso, a inclinação da curva reflete o parâmetro de discriminação do item: uma inclinação mais acentuada significaria uma maior capacidade de discriminar entre as habilidades dos alunos, enquanto uma inclinação mais suave indicaria uma discriminação mais fraca. Neste caso, a curva apresenta uma inclinação moderada, o que sugere uma discriminação razoável.

O ponto médio da curva, ou seja, onde ela começa a se estabilizar, corresponde ao parâmetro de dificuldade do item. Esse ponto indica o nível de habilidade em que os alunos têm 50% de chance de acertar a questão. Para este item específico, o parâmetro de dificuldade parece estar em um nível de habilidade médio, sugerindo que a questão não foi nem extremamente fácil nem muito difícil para a maioria dos alunos. Finalmente, o patamar superior da curva demonstra que alunos com alta habilidade têm alta probabilidade de acertar a questão, indicando que a questão foi adequada para identificar alunos com alto nível de compreensão do conteúdo.

Este tipo de análise da CCI é fundamental para os educadores e formuladores de teste, pois garante que as questões do exame sejam apropriadas e justas para todos os alunos. Em seguida, analisemos a CII apresentada a seguir:

Figura 31 - CII da Questão 49 (Item_4) do Caderno Azul da edição de 2014 do Enem



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Com base na CII da Questão 49, o pico está em 2 e indica que o item fornece a maior quantidade de informação para um nível específico de habilidade. Nesse caso, o pico ocorre em torno da habilidade 2 (700 pontos) no eixo horizontal, o que sugere que o instrumento é mais informativo para estudantes com habilidades em torno deste valor. Esse é o ponto onde o item é mais eficaz em diferenciar entre alunos de diferentes níveis de proficiência. A altura do pico na CII é, também, uma indicação da precisão do item: quanto mais alto o pico, maior a precisão do item em avaliar os alunos nessa faixa de habilidade (Carlos, 2017). Nesse gráfico, vemos que o pico é relativamente alto, o que significa que o item se configura como um bom medidor da habilidade dos alunos nesse ponto. No entanto, à medida que nos movemos para a esquerda ou para a direita do pico na curva, a quantidade de informação fornecida pelo item diminui. Isso significa que o item é menos eficaz em medir as habilidades dos alunos que estão muito abaixo ou muito acima do nível de habilidade em que o item é mais informativo. Essa curva é essencial para a identificação dos pontos fortes e fracos dos itens, o que garante que o teste como um todo forneça informações precisas em um amplo intervalo de habilidades. Assim, a análise da CII do item 4 demonstra que esse instrumento é mais adequado para medir a competência

de alunos com habilidade avançadas, contribuindo para a precisão geral da avaliação em CNT. Portanto, não é possível classificar o item como simples para os estudantes que estão concluindo o Ensino Médio e que participaram da edição de 2014 da avaliação, já que ele requer um nível de proficiência superior a 500 pontos.

Curiosamente, o item 51 (Figura 32) também demonstrou demandar um alto nível de conhecimento dos estudantes, o que foi inesperado, pois abordava o tema de separação de misturas – um conteúdo trabalhado desde as séries finais do Ensino Fundamental e facilmente demonstrável através de experimentos práticos em sala de aula. No entanto, somente 21,89% dos estudantes acertaram a questão, e até mesmo aqueles com proficiência mais avançada confundiram os métodos de filtração com fluoretação. A análise subsequente do item nos ajudará a compreender essa discrepância.

Figura 32 - Questão 51 do Caderno Azul da edição de 2014 do Enem

Para impedir a contaminação microbiana do suprimento de água, deve-se eliminar as emissões de efluentes e, quando necessário, tratá-lo com desinfetante. O ácido hipocloroso (HClO), produzido pela reação entre cloro e água, é um dos compostos mais empregados como desinfetante. Contudo, ele não atua somente como oxidante, mas também como um ativo agente de cloração. A presença de matéria orgânica dissolvida no suprimento de água clorada pode levar à formação de clorofórmio (CHCl_3) e outras espécies orgânicas cloradas tóxicas.

SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. *Química ambiental*. São Paulo: Pearson, 2009 (adaptado).

Visando eliminar da água o clorofórmio e outras moléculas orgânicas, o tratamento adequado é a

- ☒ A filtração, com o uso de filtros de carvão ativo.
- ☐ B fluoretação, pela adição de fluoreto de sódio.
- ☐ C coagulação, pela adição de sulfato de alumínio.
- ☐ D correção do pH, pela adição de carbonato de sódio.
- ☐ E floculação, em tanques de concreto com a água em movimento.

Fonte: Inep, 2014.

O item apresentado na Figura 32 trata da contaminação microbiana da água e das medidas para eliminá-la, com foco na formação de subprodutos tóxicos como o clorofórmio (CHCl_3) durante o processo de desinfecção com ácido hipocloroso (HClO). Conforme o texto, o ácido hipocloroso é produzido pela reação entre cloro e água, sendo um composto comumente utilizado como desinfetante devido à sua natureza oxidante e como agente de cloração. O texto ressalta a importância de remover a matéria orgânica dissolvida para evitar a formação de clorofórmio e outras substâncias orgânicas cloradas tóxicas.

Nesta questão, é requerido que o estudante exerça discernimento crítico para determinar qual é o método de tratamento de água mais eficaz na remoção de compostos prejudiciais, como o clorofórmio e outras moléculas orgânicas. A tarefa desafia o aluno a aplicar seus conhecimentos sobre as propriedades químicas e os efeitos ambientais dessas substâncias, assim como os mecanismos de tratamento disponíveis. Ao analisar as opções apresentadas, o aluno precisa correlacionar o processo específico de purificação que aborde a eliminação do clorofórmio e que também preveja a remoção eficiente de uma gama de contaminantes orgânicos. Desse modo, o aluno é testado em sua habilidade de entender e aplicar conceitos relacionados aos ciclos de vida e reciclagem de recursos naturais e energéticos, bem como as transformações químicas e físicas associadas, habilidade categorizada como H08 no escopo da Matriz de Referência do Enem:

Identificar etapas em processos de obtenção, transformação, utilização ou reciclagem de recursos naturais, energéticos ou matérias-primas, considerando processos biológicos, químicos ou físicos neles envolvidos (Inep, 2009, [p.8]).

Portanto, torna-se evidente a importância da habilidade de discernir e selecionar o método de tratamento de água correto, uma competência essencial no âmbito da sustentabilidade e da administração ambiental consciente. No curso dessa análise, aprofundamos nossa discussão sobre os elementos que constituem a sentença descritora apropriada. Neste contexto educacional, identificamos que os estudantes devem "aplicar" o conhecimento - um verbo cognitivo da Taxonomia de Bloom revisada que exige dos alunos o uso eficaz de conhecimentos e informações adquiridos previamente para executar ações ou implementar soluções em novas situações. Esse processo de aplicação abrange a realização de procedimentos específicos para solucionar o problema em questão.

Em relação ao conteúdo, o item diz respeito aos “Processos de tratamento de água”. Para resolver o problema proposto, o aluno deve possuir uma compreensão detalhada dos variados métodos de tratamento de água e suas particularidades, assim como um entendimento sobre o impacto de compostos químicos como o ácido hipocloroso na qualidade da água, bem como as estratégias para sua remoção ou neutralização. A esse respeito, há muitos artigos químicos que tratam do assunto em uma perspectiva técnica do processo. Isso significa que artigos que sustentam a parte operacional de tratamentos de água e esgoto, na maioria das vezes, são direcionados para professores de Química ou químicos.

A literatura tem apontado problemas relacionados ao processo de ensino e aprendizagem sobre “tratamento de água”. Toquette *et al.* (2012), ao investigarem o conhecimento de estudantes de Ensino Médio a respeito do tema, identificaram que compreende-se a adição de produtos químicos durante o tratamento da água como uma forma de torná-la mais impura e imprópria para o consumo em relação à que chega à estação. O contexto em que se desenrola o item é a “remoção de compostos orgânicos clorados tóxicos da água”, logo, a questão desafia o aluno a identificar o tratamento mais eficaz para eliminar substâncias perigosas como o clorofórmio e outras moléculas orgânicas, as quais surgem como resultado do processo de desinfecção da água com cloro. Sintetizando essas informações, a sentença descritora formulada pelos pesquisadores reflete a necessidade de “aplicar conhecimentos sobre os métodos de tratamento de água para identificar a técnica apropriada para remoção de clorofórmio e outras moléculas orgânicas resultantes da cloração, dentro do contexto de práticas de desinfecção e segurança da água potável.”.

Durante o curso, a análise da sentença descritora para o Item_6 (Questão 51) foi realizada após a discussão e apresentação do Item_4 (Questão 49 do Caderno Azul) e, por isso, é perceptível, no diálogo a seguir, uma melhor compreensão do contexto e maior fluidez na discussão sobre os dados estatísticos e sobre a proposição da sentença descritora:

Gustavo: Bom, pessoal, o tempo está curto, mas acho que podemos iniciar uma discussão sobre o item 51, que tal?

Ana: De boa! Pode ser?

Marcus: Gente, é complexo fazer análise de um item, né? É um processo minucioso e que leva tempo. Mas claro, vamos lá!

Gustavo: Então vamos ao item 51. O item pede para evitar contaminação microbiana da água e fala sobre o ácido hipocloroso. Uma situação clássica, não é?

Rafael: É... Parece que temos, ou melhor, os alunos (risos) ... que identificar o tratamento adequado para eliminar o clorofórmio e outras moléculas orgânicas da água...

Ana: Sim. E o desafio, aqui, é entender o tratamento correto para remover o clorofórmio e outras moléculas orgânicas. O código da habilidade é o 8, que fala sobre identificar etapas em processos de transformação de recursos, certo?

Marcus: É uma questão densa, hein?

Gustavo: E aí, qual seria o verbo cognitivo para a habilidade dominante nesse caso?

Pedro: Eu? Bom, no que diz respeito ao verbo, o que vocês acham? "Aplicar" parece adequado, não?

Ana: Poderia ser "Analisar", talvez. Considerando os valores dos parâmetros, parece ser um item mais desafiador.

Gustavo: Concordo. Se olharmos os parâmetros, o 'b' está marcando 713,014. Então, é uma questão de nível mais alto de dificuldade que a outra.

Ana: Então, a habilidade dominante seria 'Analisar', certo?

Marcus: Quer dizer o verbo, né?

Ana: Isso.

Marcus: Isso faz sentido. Analisar o contexto e propor uma solução para o problema apresentado.

Rachel: Agora o conteúdo... Separação de misturas mesmo né? Técnicas?

Graça: Acho que é por esse caminho mesmo, Rachel.

Gustavo: Pessoal, propus uma aqui, mas não sei. Vejam o que acham? A sentença, então, seria 'Analisar as etapas do processo de tratamento de água para identificar a melhor técnica de remoção de clorofórmio e outras moléculas orgânicas.'. Isso soa certo para todos?

(Todos concordam)

Marcus: E o que os parâmetros nos dizem sobre o comportamento do aluno?

Ana: Então, igual ao outro lá, o 49, se um aluno que não consegue acertar itens com pontuação menor que 700 vai começar a chutar no item 51, que já é um patamar alto.

Gustavo: Isso implica que os conceitos fundamentais, como poluição e meio ambiente, que aparecem no item 51, se não são compreendidos, vão gerar ainda mais dificuldade em outros itens, como de biologia, por exemplo.

Ana: 'B barra N' está baixo, significa que os alunos tentaram responder e não chutaram para acertar ao acaso. Isso é bom, mostra que o contexto está engajando eles.

Marcus: Sim, Ana. E a bisserial positiva na resposta correta indica que o aluno tem uma boa compreensão dos conceitos envolvidos nesse item. Pronto gente, acabou por hoje né? Estou sem cabeça!

(Risos)

Graça: É muito trabalhoso. Mas acho que é até pegar o jeito. Isso é novo para mim.

(Todos concordaram)

O diálogo entre os professores de Química desdobra-se em uma vivaz troca de ideias focada na interpretação e análise da Questão 51 (Item_6) do Enem de 2014, refletindo sobre a habilidade dominante, ou seja, a sentença que descreve a ação do estudante necessária para responder à questão adequadamente. A discussão orbita em torno da decisão do verbo cognitivo e é influenciada pela leitura dos parâmetros estatísticos de dificuldade da TRI. Inicialmente, foi proposto ao grupo o verbo “aplicar”, no entanto, ao perceberam que o parâmetro “b” estava elevado, decidiram propor o verbo “analisar”, que exige atitudes mais elaboradas dos alunos. Assim, definem que os estudantes deveriam “analisar” – um verbo cognitivo que exige não só a compreensão e a aplicação dos conhecimentos teóricos, mas, também, a capacidade de examinar e deduzir qual procedimento seria mais eficaz para tratar a água contaminada. Este debate pedagógico reflete os métodos que nós, enquanto pesquisadores, utilizamos ao comentar sobre o verbo cognitivo “aplicar”, entendendo que os alunos deveriam realizar a aplicação de conhecimentos sobre tratamento de água, sublinhando a habilidade de identificar as técnicas apropriadas para a remoção de contaminantes como o clorofórmio. Ao aprofundar essa comparação, percebe-se uma tensão entre a teoria e a prática: enquanto os docentes de Química procuram chegar a um consenso sobre a sentença descritora adequada, com um enfoque

pragmático, nós, os pesquisadores, enfatizamos uma abordagem teórica, definida pela literatura, que demanda dos alunos uma compreensão ampla dos métodos de tratamento de água. Isso ressalta as discrepâncias entre a compreensão teórica e a habilidade prática que os alunos precisam desenvolver, uma lacuna a ser pensada no processo de ensino e aprendizagem.

No diálogo sobre a Questão 51, os professores também destacam as estatísticas de resposta, refletindo sobre a bisserial positiva como um indicativo de compreensão conceitual sólida por parte dos alunos. No entanto, é importante ressaltar que a bisserial positiva simplesmente indica que existe alguma discriminação ocorrendo, mas a extensão e eficácia dessa discriminação dependem do valor específico da bisserial. Além disso, dependem de uma análise pedagógica. Devido à limitação temporal, as duas horas destinadas a esta atividade revelaram-se insuficientes para a análise exaustiva dos dois itens propostos desta edição. Consequentemente, a exploração detalhada dos caminhos cognitivos associados às alternativas do item 6 (Questão 51) não pôde ser realizada na íntegra. Portanto, a seguir, nos aprofundaremos nos caminhos cognitivos recorrendo às concepções teóricas apresentadas nos artigos dos autores responsáveis por esta pesquisa.

O estudante selecionou a alternativa (A) por reconhecer a filtração com carvão ativo como método eficaz para purificar a água de compostos nocivos. Esse processo é particularmente eficiente na absorção de substâncias como o clorofórmio, que pode ser formado quando o ácido hipocloroso usado como desinfetante reage com a matéria orgânica. A superfície extensa e porosa do carvão ativo o torna ideal para capturar e reter estas moléculas orgânicas cloradas, evitando, assim, a contaminação da água. Portanto, a escolha dessa alternativa demonstra o entendimento do aluno de que a filtração com carvão ativo está diretamente alinhada com o objetivo proposto pelo item, que é eliminar substâncias orgânicas perigosas do suprimento de água, sendo que os dados de percentual de marcação por alternativa, apresentados na seção 7.3.1, apontaram que, provavelmente, 21,89% dos estudantes que mobilizaram esse conhecimento optaram pela alternativa (A). Em relação às demais alternativas, presume-se que os estudantes tenham seguido raciocínios distintos, refletindo diferentes interpretações e níveis de entendimento. Ao ponderar sobre as várias opções, os alunos podem ter se guiado por caminhos cognitivos variados, cada um fundamentado em sua compreensão individual dos conceitos químicos apresentados e de sua aplicabilidade no contexto de tratamento de água.

Os 17,83% dos estudantes que escolheram a alternativa (B), fluoretação pela adição de fluoreto de sódio, podem ter sido influenciados por uma compreensão superficial de que todos

os elementos da mesma família periódica compartilham propriedades desinfetantes. A familiaridade com as campanhas de saúde pública que promovem a fluoretação da água como um método para prevenir cáries pode ter reforçado essa percepção. Pode-se ter associado a menção ao clorofórmio e matéria orgânica na questão à necessidade de eliminar agentes bacterianos e, conseqüentemente, reduzir o risco de doenças, aplicando-se, indevidamente, o conceito de prevenção de cárie à situação de desinfecção da água. Isso demonstra um mal-entendido comum entre os alunos, que não distinguem entre o uso do flúor para saúde bucal e o cloro como desinfetante, levando a uma escolha incorreta no contexto da questão proposta.

A alternativa (C) foi escolhida por 17,93% de alunos concluintes do Ensino Médio, possivelmente, por terem rememorado experimentos ou lições específicas sobre o tratamento físico-químico da água, onde compostos como o sulfato de alumínio são usados para aglutinar e remover partículas suspensas. Contudo, ao escolher esta opção, pode-se não ter reconhecido que a questão, especificamente, aborda a remoção de clorofórmio (CHCl_3) e outras moléculas orgânicas tóxicas, não partículas suspensas ou turvação, que são os alvos típicos do processo de coagulação.

Toquette e Gonçalves (2014) destacam em suas análises dos conteúdos de livros didáticos de Química no Brasil que há uma tendência de não se questionar criticamente o emprego do sulfato de alumínio no processo de coagulação durante o tratamento de água. Eles apontam para uma lacuna significativa nas explicações fornecidas, que geralmente simplificam os métodos de separação e induzem os estudantes a assimilarem conceitos de maneira superficial. Essa abordagem simplista pode levar os alunos a conceberem erroneamente que a coagulação, um método específico de tratamento, é universalmente eficaz contra todas as impurezas presentes na água, sem impulsioná-los a entender a natureza da interação química responsável por esse fenômeno. Tal deficiência didática impede o desenvolvimento de um entendimento crítico e aprofundado dos processos químicos envolvidos no tratamento de água, essencial para a formação de cidadãos conscientes e questionadores.

Dessa forma, a seleção do distrator sugere um equívoco na distinção entre as finalidades dos variados procedimentos de purificação de água, refletindo um entendimento restrito sobre a adequação de cada processo para eliminar específicos poluentes dissolvidos, tais como os compostos orgânicos clorados citados. A escolha dessa opção é imprópria, dado que os contaminantes mencionados estão solubilizados na água, e não presentes como partículas em suspensão. Tal erro pode ser atribuído a uma assimilação superficial e mecanizada dos

conceitos, sem uma compreensão efetiva do mecanismo de ação subjacente aos métodos de tratamento de água, o que levou os alunos a marcar essa opção equivocadamente.

Em (D), os 18,98% dos estudantes que entendem que a correção de pH pode ser feita pela adição de carbonato de sódio possivelmente basearam-se na percepção de que o equilíbrio ácido-base é um fator relevante na purificação da água. Provavelmente, esses estudantes associaram a presença de um ácido – o ácido hipocloroso, mencionado no enunciado – à necessidade de neutralização ou correção do pH como uma forma de tratamento. Isso poderia ser um reflexo de um entendimento de que o ajuste do pH pode ser uma estratégia para remover impurezas e contaminantes. Entretanto, essa escolha revela uma interpretação incorreta do problema proposto, pois a questão é específica quanto à necessidade de se remover clorofórmio e outras substâncias orgânicas cloradas, e não, simplesmente, de se corrigir a acidez da água. Tal confusão indica que, embora os alunos possam compreender que o pH é uma propriedade importante da água, há uma lacuna no entendimento de como as propriedades químicas, como o pH, influenciam os processos de tratamento de água e na distinção entre os processos de correção de pH e remoção de contaminantes orgânicos dissolvidos.

A escolha da alternativa (E) pelos alunos, que se refere à floculação em tanques de concreto com água em movimento, pode ser atribuída ao reconhecimento familiar do termo “floculação”, frequentemente abordado no contexto do tratamento de água e descrito nos materiais educativos como eficaz na congregação de partículas, o que auxilia na eliminação de sólidos em suspensão. Contudo, tal decisão aponta para uma interpretação incorreta do escopo da pergunta, que se volta à eliminação de substâncias como o clorofórmio e outras moléculas orgânicas cloradas em solução, e não à remoção de partículas sólidas. A prevalência de escolha por essa opção, com 22,99% dos alunos marcando-a, indica que existe uma percepção equivocada de que a floculação pode servir como uma técnica para a retirada de compostos orgânicos solúveis. Embora muitos recursos didáticos simplifiquem o processo ao agrupar coagulação e floculação no tratamento principal químico, repercutindo como se fossem a mesma etapa do tratamento da água, há distinções essenciais entre esses processos. A coagulação visa a desestabilização de partículas, preparando-as para serem removidas em etapas subsequentes, enquanto a floculação se trata do estágio de aglomeração dessas partículas desestabilizadas sob condições apropriadas de agitação para formar flocos maiores. Portanto, as operações de coagulação e floculação, quando combinadas, compõem o processo completo de agregação de partículas.

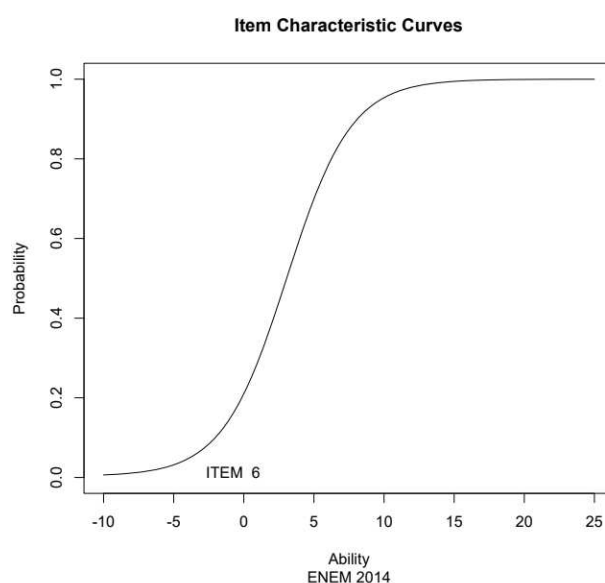
A dificuldade em distinguir conceitualmente esses processos surge do fato de que a floculação é um procedimento que segue diretamente a coagulação. A partir dessa compreensão equivocada demonstrada pelos alunos, torna-se pertinente a produção de debates acerca das interconexões entre as fases do tratamento da água. Materiais como livros didáticos e recursos online frequentemente ilustram as etapas do tratamento da água, mas, raramente, discutem a inter-relação entre elas. Isso sugere que tem havido uma tendência à memorização dos processos em vez da promoção de um entendimento mais profundo, contrariando o que é proposto na taxonomia cognitiva de Bloom e colaboradores (1977), que enfatiza a importância de desenvolver conhecimento em vez de simplesmente memorizar informações.

Ao propormos um entroncamento da análise das bisseriais apresentadas na seção 7.3.1, compreendemos que o valor da bisserial de 0,160 para o gabarito do item sugere uma discriminação moderada, que distingue de forma eficaz os alunos com alta e com baixa proficiência. Por outro lado, as bisseriais negativas nas alternativas dos distratores revelam uma tendência dos alunos menos habilidosos em selecioná-las incorretamente. Esses dados ressaltam que a alternativa (A) - filtração usando carvão ativo - foi escolhida por aqueles que compreenderam seu papel eficaz na purificação da água, especialmente na adsorção de compostos como o clorofórmio. O entendimento de que o clorofórmio – um subproduto potencialmente nocivo da reação do desinfetante ácido hipocloroso com a matéria orgânica – pode ser eliminado por meio da grande área superficial e porosidade do carvão ativo, é refletido na bisserial positiva. No entanto, a escolha das alternativas (B) e (D), segundo as bisseriais próximas de zero, podem indicar maior plausibilidade de marcação por alunos bons que apresentam uma interpretação equivocada dos métodos de tratamento de água. Isso pode ocorrer devido a uma familiaridade geral com o uso do flúor e a correção do pH, sem uma compreensão profunda de como esses métodos se aplicam especificamente à remoção de clorofórmio e outros compostos orgânicos.

A seleção de (C) e (E), que segundo as bisseriais foi marcada por alunos menos habilidosos, sugere uma falha em distinguir entre as fases do tratamento de água e uma tendência a conceber a coagulação e floculação como panaceias para todas as impurezas, o que pode ser resultado de uma abordagem didática que favorece a memorização em detrimento da compreensão conceitual. Isso reforça a necessidade de um ensino de Química que promova o pensamento crítico e a compreensão detalhada dos processos químicos, como enfatizado pela taxonomia cognitiva de Bloom. A análise estatística detalhada com base na TRI reflete estes achados, com o parâmetro “a” muito baixo (0,006), enquanto o parâmetro “b” evidencia alta

difficuldade de 713,014 e o parâmetro “c” revela uma probabilidade quase nula de chute, com valor de 0,003. Para ilustrar estes resultados com clareza, foram elaboradas a CCI (Figura 33) para a Questão 51 e a CII (Figura 34). Estas representações gráficas nos permitem uma compreensão mais apurada do comportamento desses parâmetros e, por extensão, dos processos cognitivos dos estudantes ao abordarem o item.

Figura 33 - CCI da Questão 51 (Item_6) do Caderno Azul da edição de 2014 do Enem



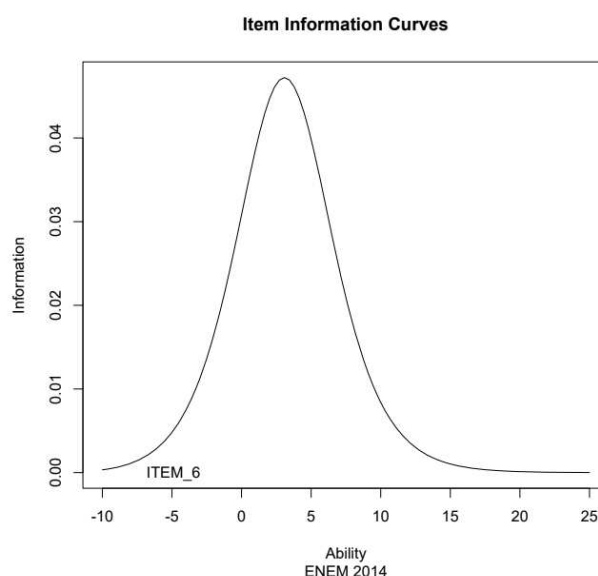
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Ao analisar a CCI para o item 6 (que corresponde à Questão 51) da prova de CNT do Enem 2014, podemos observar que a curva tem uma transição da probabilidade de acerto em relação à habilidade do examinando. Essa curva começa próxima a zero no extremo esquerdo, o que significa que estudantes com habilidade muito abaixo do nível de dificuldade do item têm uma probabilidade quase nula de acertar a questão. Conforme a habilidade aumenta, a probabilidade de acerto também aumenta de forma significativa e continua a crescer até se estabilizar próximo a 1.0 para estudantes com altas habilidades, indicando que quase todos os alunos com alta proficiência deveriam acertar a questão. A transição da probabilidade de acerto que ocorre mais à direita no eixo de habilidade indica que a Questão 51 é de alta dificuldade. Isso é consistente com o que foi observado nos resultados do exame, em que apenas 21,89% dos estudantes acertaram a questão, e até mesmo os alunos com alto nível de proficiência confundiram os conceitos de filtração e fluoretação.

A forma da curva e o nível de dificuldade indicado sugerem que a questão foi eficaz em diferenciar entre os estudantes de diferentes níveis de habilidade, mas também destaca que talvez o conteúdo não tenha sido tão bem assimilado ou ensinado como o esperado, mesmo que

esse seja um tópico introduzido no Ensino Fundamental e aparentemente simples de ser demonstrado em sala de aula. A posição da curva e a porcentagem de acertos refletem os desafios enfrentados pelos estudantes com esta questão, e sinalizam para os educadores uma oportunidade de revisão de como o conteúdo é ensinado e avaliado. Quando observamos a Figura 34, um pico nítido indica em qual nível de habilidade o item fornece a maior quantidade de informação discriminativa sobre o desempenho dos estudantes:

Figura 34 - CII da Questão 51 (Item_6) do Caderno Azul da edição de 2014 do Enem



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Nesse gráfico, o pico ocorre em um nível de habilidade maior do que o típico para a maioria dos itens, sugerindo que o item 6 é particularmente informativo para diferenciar entre estudantes com níveis de habilidade mais elevados. Isso implica que a questão foi desafiadora e, provavelmente, melhor em avaliar estudantes com uma compreensão mais aprofundada do conteúdo testado. A largura do pico na curva também é importante para a análise, pois indica a faixa de habilidade sobre a qual o item é eficaz. Um pico estreito, como o observado, sugere que o item é informativo apenas sobre uma faixa relativamente estreita de habilidade. Portanto, enquanto o item pode ser muito bom para avaliar alunos com habilidades específicas, ele pode não ser tão útil para avaliar alunos com habilidades muito abaixo ou acima desse nível. Dado que apenas 21,89% dos estudantes acertaram essa questão, podemos inferir que ela foi considerada difícil e que muitos alunos não tinham um nível de habilidade suficientemente alto para que o item fornecesse muitas informações sobre suas habilidades. Isso pode ser uma indicação de que o conteúdo do item não foi ensinado de forma eficaz ou que os alunos não o

aprenderam adequadamente, apesar de sua aparente simplicidade e acessibilidade através de experimentação prática.

A análise da CII deste item é uma ferramenta valiosa para os educadores, pois destaca a necessidade de focar no ensino de conceitos que permitem que os alunos desenvolvam uma compreensão mais sólida e aprofundada do assunto, garantindo que eles possam ter sucesso em questões de maior dificuldade. Em suma, nota-se que nesta apresentação e discussão dos resultados sobre a análise pedagógica das questões 49 e 51, baseada na interação entre professores de Química da “Turma A”, evidenciamos a complexidade inerente à interpretação e ao entendimento das questões de avaliação padronizadas. Os educadores, ao discutirem os itens e explorarem os processos cognitivos subjacentes às escolhas dos estudantes, revelaram a multifacetada natureza do ensino e da aprendizagem em Química. A análise coletiva proporcionou uma oportunidade valiosa para os professores compartilharem suas experiências, desafiar suposições e reconsiderarem abordagens didáticas.

O diálogo entre os educadores sublinha a importância de uma leitura cuidadosa e de uma compreensão crítica das questões, destacando a necessidade de transcender a mera memorização de conceitos para alcançar uma aplicação efetiva do conhecimento em contextos variados. Essa abordagem é vital, pois não só melhora a capacidade dos alunos de lidar com questões complexas, mas, também, os prepara para contribuições significativas no campo da sustentabilidade e na gestão consciente do meio ambiente.

Ao enfocar os parâmetros estatísticos da TRI, os educadores foram capazes de discernir as alternativas que efetivamente diferenciaram estudantes com alto e baixo desempenho, iluminando o caminho para aprimorar o ensino de conceitos que são fundamentais para o entendimento de processos químicos importantes. A análise estatística ofereceu uma perspectiva adicional sobre a eficácia dos itens e sobre como diferentes níveis de proficiência dos estudantes se manifestam nas respostas escolhidas.

A discussão pedagógica ressaltou as lacunas no entendimento dos alunos sobre processos de tratamento da água, como a filtração, a coagulação e a fluoretação, e a importância de distinguir entre diferentes métodos de purificação. O engajamento dos alunos com o conteúdo foi considerado positivo, visto que a baixa taxa de respostas em branco ou nulas indicou uma tentativa de responder às questões, apesar das dificuldades encontradas.

Em resumo, a análise conjunta das questões 49 e 51 revelou tanto os desafios enfrentados pelos alunos quanto as oportunidades de desenvolvimento profissional para os professores. Confirmou-se a necessidade de estratégias de ensino que fomentem o pensamento

analítico e crítico, e que preparem os alunos para a complexidade das avaliações padronizadas, bem como para a aplicação prática do conhecimento científico. Assim, a colaboração entre os professores e a reflexão sobre a prática didática emergem como elementos essenciais para o progresso contínuo na educação em Química.

Na atividade de apropriação dos resultados destinada aos professores da “Turma B”, foram analisados dois itens do Caderno Azul que desafiam os alunos a aplicar conhecimentos de Química em contextos distintos. O primeiro item, Questão 46, aborda o fenômeno da hipóxia, questionando os alunos sobre as causas das alterações na concentração de hemoglobina oxigenada no sangue em altitudes elevadas. Esse item testa a compreensão dos estudantes sobre a relação entre pressão parcial de oxigênio e a capacidade de transporte do elemento no sangue, aplicando conceitos de equilíbrio químico e fisiologia. O segundo item, Questão 55, situa-se no campo da agronomia, e desafia os alunos a calcular o volume necessário de uma solução nutritiva para o cultivo hidropônico de vegetais. Esse problema requer o manejo de conceitos químicos como concentrações molares e o cálculo de diluições, conectando conhecimento teórico de Química com práticas agrícolas sustentáveis.

Após expor e examinar cada item de forma isolada, o foco da Atividade 1 será redirecionado para os resultados da Questão 46, com uma análise detalhada de como os estudantes processaram e responderam à questão. O propósito desta análise é similar ao aplicado na “Turma A”, ou seja, avaliar se um novo conjunto de professores de Química está apto a identificar e investigar as estratégias cognitivas adotadas pelos alunos, perceber a habilidade dominante, elaborar uma sentença descritora e, por fim, discutir os parâmetros estatísticos e associá-los às suas análises pedagógicas. Isso envolve aferir a efetividade com que o ensino de Química foi conduzido em contextos que ultrapassam os limites da disciplina e ponderar sobre a necessidade de ajustes pedagógicos que possam potencializar o entendimento dos alunos e a aplicação do conhecimento adquirido em exames subsequentes.

O item apresentado na Figura 35 corresponde ao H14 da Matriz de Referência do Enem, que é descrita como: “Identificar padrões em fenômenos e processos vitais dos organismos, como manutenção do equilíbrio interno, defesa, relações com o ambiente, sexualidade, entre outros.” (Inep, 2009, [p.9]).

Figura 35 - Questão 46 do Caderno Azul da edição de 2015 do Enem

Hipoxia ou mal das alturas consiste na diminuição de oxigênio (O_2) no sangue arterial do organismo. Por essa razão, muitos atletas apresentam mal-estar (dores de cabeça, tontura, falta de ar etc.) ao praticarem atividade física em altitudes elevadas. Nessas condições, ocorrerá uma diminuição na concentração de hemoglobina oxigenada (HbO_2) em equilíbrio no sangue, conforme a relação:

$$Hb(aq) + O_2(aq) \rightleftharpoons HbO_2(aq)$$

Mal da montanha. Disponível em: www.feng.pucrs.br. Acesso em: 11 fev. 2015 (adaptado).

A alteração da concentração de hemoglobina oxigenada no sangue ocorre por causa do(a)

- A** elevação da pressão arterial.
- B** aumento da temperatura corporal.
- C** redução da temperatura do ambiente.
- D** queda da pressão parcial de oxigênio.
- E** diminuição da quantidade de hemácias.

Fonte: Inep, 2015.

Ao analisar o item, compreendemos que o estudante deveria saber “Analisar o impacto da pressão parcial de oxigênio no deslocamento de equilíbrio da reação de oxigenação da hemoglobina, aplicando o princípio de Le Chatelier e conceitos de Cinética Química para explicar as adaptações fisiológicas em ambientes de alta altitude.”. Essa decisão foi pensada para que o verbo cognitivo “analisar” estivesse alinhado aos níveis superiores da Taxonomia de Bloom revisada, requerendo que o aluno examine e segmente a informação, compreendendo as relações entre esses segmentos. A habilidade envolve a interpretação de dados e fenômenos (a queda da pressão parcial de oxigênio e a consequente alteração na concentração de hemoglobina oxigenada), que é algo além de apenas identificar fatores que afetam o equilíbrio, integrando a compreensão e a aplicação de conhecimentos de Química. Além disso, a habilidade reconhece o contexto do metabolismo humano e as condições específicas de alta altitude, conectando a Química ao entendimento de processos biológicos reais.

A tarefa inicial consistiu em formular uma sentença descritora para os itens da edição em questão. Neste estágio do curso, os educadores da “Turma B” demonstravam entendimento sobre o conceito de sentença descritora, isto é, sabiam que a construção deve conter um verbo que especifique a atividade cognitiva do aluno, o conteúdo aplicado e o contexto relacionado

ao item. A descrição do diálogo subsequente ressalta esses elementos na discussão. Durante o curso, realizado de forma remota, a tela compartilhada exibia a Questão 46 do Enem em destaque. Helena iniciou a conversa, instigando a reflexão com sua observação: "Gente, então vamos começar a análise desta questão do Enem. É importante revisitar a habilidade relacionada na matriz do Enem, que é a 14."

Em seguida, Luiz indaga:

Onde você encontrou isso Helena? Ah, não, pode deixar, já achei aqui no material que o Vinicius enviou por e-mail. Nossa, pela redação do H14, parece até que viria um item de biologia, mas lendo aqui.... Parece que o foco é o entendimento do equilíbrio químico, não é?.

Carlos responde a pergunta de Luiz com um movimento de confirmação feito com a cabeça, adicionando detalhes cruciais: "Percebi que a interpretação da constante de equilíbrio é essencial pra resolver essa questão. Os meninos precisam saber como formular essa expressão com base na reação química.". Bia complementou a análise de Carlos, destacando outra camada de compreensão necessária para a resolução da Questão 46: "Além disso, acho que para resolver a questão, é fundamental entender como as variações de concentração impactam o equilíbrio para interpretar a questão adequadamente né?". Clara, no mesmo momento, reforça o ponto observado por Bia e disse: "E precisam compreender como as alterações nas concentrações afetam o equilíbrio, entendendo a relação entre concentrações de produtos e reagentes.". Carlos ponderou sobre a complexidade adicional: "Estou de acordo. Mas devemos considerar também outros fatores externos, como pressão, que influencia o equilíbrio. A questão pode trazer alternativas relacionadas a esses pontos.". Nesse momento, nota-se que a professora Helena parecia pesquisar e ler algo em seu computador. Momentos depois da discussão proposta por Carlos, expressou preocupação com a conexão direta da sentença descritora com o Enem: "Nossa gente, que difícil. Mas como isso se relaciona com a matriz do Enem? Precisamos identificar claramente qual habilidade específica está em jogo." Carlos, então, propôs uma definição concisa: "Pensando nisso, a habilidade em questão poderia ser definida como 'entender e aplicar o conceito de equilíbrio químico, abrangendo a interpretação da constante de equilíbrio e os fatores que o afetam'.".

Instantaneamente, Bia levantou um ponto técnico sobre a formulação da habilidade proposta por Carlos, associando as orientações propostas na BNCC e trabalhadas durante o curso com as características da avaliação Enem: "Mas acho que só pode um verbo, aí tem dois.

E seria interessante adicionar a habilidade de aplicar esses conceitos em contextos práticos, o que é típico do Enem.”. Em acordo com Bia, Helena, sugeriu uma redação mais formal:

Excelente. Vamos formalizar isso em uma descrição da habilidade. Talvez: 'O estudante deve demonstrar entendimento do equilíbrio químico, incluindo calcular e interpretar a constante de equilíbrio e analisar como diferentes fatores, como pressão e concentração, influenciam esse equilíbrio'.

Carlos, com intuito de terminar essa parte da atividade e partir para a discussão dos caminhos cognitivos das alternativas, apoiou a ideia de Helena: “Isso cobre bem o que o Enem busca. Ah, vamos escrever assim e podemos discutir mais na próxima reunião.”. No entanto, Luiz percebeu certa estranheza na habilidade proposta e buscou esclarecimento sobre o objetivo da tarefa: “Estamos propondo a habilidade pedagógica para esta questão, correto? Porque essa sentença não tem formato de habilidade. O verbo seria ‘entender’?”. Clara, com foco no resultado da análise da sentença descritora, confirmou: “Verdade, Luiz! Precisamos rever isso, não acho que seja entender!”. Helena, agora, com uma ideia clara, apontou: “Gente, 'Relacionar' parece um verbo-chave adequado. O que vocês acham?”. Nesse momento, a Bia já se sentia responsável por preencher o template, assegurou: “Estou anotando tudo. Então a habilidade pedagógica ficaria assim, ‘Relacionar a constante de equilíbrio e analisar como diferentes fatores, como pressão e concentração, influenciam no equilíbrio químico’?”. E assim, eles continuaram a tecer a teia da aprendizagem, com Carlos adicionando: “É um ótimo ponto de partida. Podemos expandir e ajustar conforme necessário na discussão na hora de apresentar para o Vinicius.”. Luiz e todos os outros concordaram com Carlos.

A descrição desta cena revela que os docentes de Química estavam profundamente engajados em um diálogo produtivo, colaborando ativamente na concepção de uma habilidade de ensino focada e avaliável, alinhada aos padrões estabelecidos pelo Enem. Percebe-se que, inicialmente, houve certa dificuldade por parte dos docentes em discernir entre os verbos cognitivos para a formulação da sentença descritora, ilustrada quando o professor Carlos sugeriu uma habilidade que integrava os verbos “entender” e “aplicar”. Bia, prontamente, interveio, ressaltando a importância da escolha de um único verbo que conduzisse a atividade cognitiva. Seguindo essa orientação, o grupo concordou com a adoção do verbo “relacionar” como núcleo da habilidade, uma seleção que Helena ratificou. Em nossa análise, observamos que a decisão dos professores pendeu para uma interpretação mais intuitiva do verbo, optando por uma ação que o aluno deveria executar para resolver o problema apresentado, apoiando-se

mais na significação comum do termo do que em uma especificidade técnica ligada ao conteúdo químico.

Também foi observado um amadurecimento dos docentes em relação à análise, fruto de desenvolvimento durante o curso, no qual evidenciaram um entendimento robusto de como articular a teoria (Matriz do Enem) com a prática (formulação da sentença descritora e sua aplicação em contextos práticos). Esta evolução é clara quando a professora Helena, ao iniciar a discussão, enfatiza a relevância de revisitar a habilidade indicada na matriz, identificada como H14, e na compreensão do conteúdo subjacente à questão, um discernimento crítico oriundo da expertise química notório nas considerações dos professores Luiz e Carlos, ao concluírem que o foco da questão reside no equilíbrio químico. Os docentes ainda apontam que, pela leitura literal da habilidade proposta pelo Enem, esperar-se-ia um item destinado a avaliar conceitos de Biologia. Finalmente, ao vincular teoria e prática, os professores Carlos, Bia e Clara enfatizam a importância da compreensão da constante de equilíbrio e do impacto das variações de concentração. Bia complementa, sugerindo que a habilidade deve possibilitar a aplicação desses conceitos em situações práticas, refletindo, portanto, a essência do Enem.

A análise dos professores engloba uma perspectiva mais abrangente e menos contextualizada, aplicável a um leque variado de reações químicas e situações. Eles propõem que o estudante deve entender e relacionar a constante de equilíbrio e examinar a forma como os fatores pressão e concentração afetam o equilíbrio químico. Essa formulação focaliza o raciocínio necessário para manejar o conceito de equilíbrio químico de forma geral, sem limitar-se a uma única situação específica. Ao compararmos a sentença descritora criada pelos participantes do curso com a elaborada por nós, compreende-se que, enquanto direcionamos a análise para uma situação específica que demanda conhecimento interdisciplinar, os docentes delineiam uma habilidade que aborda o conceito de equilíbrio de maneira ampla e fundamental, adequada a uma diversidade de questões relacionadas ao equilíbrio químico. Ambos os enfoques são pertinentes, todavia atendem a objetivos educacionais diferenciados: um é mais aplicado e o outro mais teórico.

Além disso, o diálogo sublinhou a importância da clareza e da precisão na definição de habilidades pedagógicas, destacando o emprego de verbos cognitivos apropriados e a necessidade de contextualização no ensino e aprendizado. Com esse entendimento, o próximo passo desta atividade é a necessidade de se investigar mais a fundo os processos cognitivos dos estudantes ao responderem a Questão 46. Como os alunos chegaram a selecionar a alternativa correta? Quais raciocínios e conhecimentos prévios foram aplicados para discernir que, entre

os fatores apresentados, a queda da pressão parcial de oxigênio seria a chave para a alteração descrita? Assim, a descrição da cena inicia-se com a fala da Professora Helena, que faz uma reflexão metodológica: “Então, vamos considerar o que pode levar um aluno a escolher a opção (A). Será que eles estão confundindo a ideia de pressão com volume devido aos coeficientes estequiométricos em uma reação em fase gasosa?”. Carlos respondeu, aprofundando o ponto levantado pela Helena:

De fato. Eles podem interpretar mal o efeito da diminuição da pressão do oxigênio e pensar que se trata da mudança de volume, levando-os para o lado errado do equilíbrio. É uma compreensão equivocada, mas compreensível se não dominarem o conceito de pressão parcial.

A professora Bia, trouxe uma nova perspectiva, considerando a influência do contexto da questão para o caminho cognitivo desenvolvido pelo estudante:

Fiquei pensando... como a pergunta menciona atletas, os alunos podem associar o esforço físico ao aumento da pressão arterial, independente de quaisquer considerações químicas. Isso revela como a contextualização pode direcionar o pensamento deles.

Em seguida, Clara acrescentou:

Esse é um ponto. Eles podem relacionar, erroneamente, o aumento da atividade física com o aumento da pressão arterial. Isso mostra a necessidade de ensinar os alunos a diferenciar entre conceitos científicos e ideias pré-concebidas.

Assim, endossamos a fala dos professores ao propor possíveis caminhos cognitivos para essa alternativa. Acreditamos que os 23,07% dos estudantes que optam pela alternativa (A) – elevação da pressão arterial – cometem um erro conceitual que confunde a resposta fisiológica ao exercício físico com a resposta do corpo a condições de alta altitude. O erro conceitual decorre de uma compreensão equivocada do princípio de Le Chatelier sobre o equilíbrio químico, conforme apontado por Uehara (2006), que observou que pouco mais de 50% dos estudantes o aplicam corretamente, enquanto os demais falham em compreender o deslocamento do equilíbrio químico. Em uma situação de exercício, a pressão arterial de fato pode aumentar devido ao esforço físico, o que é uma resposta fisiológica natural. O estudante pode, incorretamente, aplicar esse entendimento ao contexto da questão, que se refere ao deslocamento do equilíbrio químico da hemoglobina em função da pressão parcial de oxigênio.

O erro está em não compreender que, no equilíbrio químico em questão, a pressão que o afeta não é a arterial, mas a pressão parcial dos gases envolvidos na reação. Além disso, o estudante pode se confundir ao pensar que a pressão arterial tem um papel direto na reação de ligação do oxigênio à hemoglobina, quando, na verdade, o que afeta essa reação é a pressão parcial de oxigênio no ambiente. A pressão arterial não influencia diretamente o equilíbrio químico da oxigenação da hemoglobina, que é dependente da pressão parcial de oxigênio, conforme a equação fornecida na questão. Esse é um exemplo clássico de erro que demonstra a indistinção entre os tipos de pressão envolvidos, seus efeitos processos fisiológicos e nas reações químicas em equilíbrio.

Luiz, examinando outra alternativa, questionou: “Passando para a opção (B), poderiam estar relacionando a altitude com a temperatura corporal? Presumindo erroneamente que altitudes mais elevadas podem causar um aumento na temperatura corporal para combater o frio?”. Helena concordou e disse: “Pensei isso também, Luiz. Eles podem não diferenciar entre as mudanças na pressão ambiental na altitude e a resposta fisiológica do corpo.”. Com base nesse diálogo, um estudante pode escolher a alternativa (B) – aumento da temperatura corporal – devido a um erro conceitual que associa a reação de oxigenação da hemoglobina com reações exotérmicas em geral. Esse equívoco decorre de uma interpretação incorreta dos efeitos da temperatura sobre as reações químicas em equilíbrio e pode surgir da ideia de que, assim como o calor produzido em atividades físicas eleva a temperatura do corpo, o calor poderia também aumentar a capacidade do sangue de transportar oxigênio, baseando-se na noção de que as reações endotérmicas são favorecidas pelo aumento de temperatura. O estudante pode, então, confundir a resposta fisiológica natural de aumento da temperatura corporal durante exercício físico com um suposto efeito sobre a reação química de ligação do oxigênio à hemoglobina, que é, de fato, independente da temperatura corporal. Além disso, o estudante pode não compreender que a alteração na concentração de hemoglobina oxigenada em altitudes elevadas é devida à diminuição da pressão parcial de oxigênio e não a mudanças na temperatura corporal. Assim, o equívoco está em não reconhecer que a temperatura mencionada na alternativa se refere à temperatura do ambiente e não à temperatura corporal, e que a temperatura corporal não influencia diretamente o equilíbrio químico da oxigenação da hemoglobina em condições normais de saúde.

Portanto, diante do fato de que 9,37% dos estudantes escolheram a alternativa (B), emerge uma constatação relevante a partir dos achados de Uehara (2006): uma minoria, inferior a 20%, dos alunos tem o entendimento adequado para elucidar de maneira correta os fatores

que determinam o deslocamento de um equilíbrio químico. Esta compreensão limitada é ainda mais evidenciada quando se observa que a variação de temperatura captura indevidamente a atenção de uma parcela significativa desses estudantes, já que 18% dos respondentes seguiram essa via de pensamento.

A respeito da alternativa (C), Carlos reflete:

E para (C), eles podem trazer conhecimento prévio sobre pontos de ebulição e pressão, pensando que maior altitude significa temperatura mais baixa, esperando assim que um ambiente mais frio afete o equilíbrio. Precisamos reforçar a compreensão deles sobre como os fatores ambientais afetam as reações químicas.

Bia, considerando as implicações didáticas, observou: “Isso é muito diferente dos princípios químicos reais, mas é uma armadilha lógica para eles. Mostra como podem aplicar corretamente um conceito em um contexto errado.”. Logo, os professores observam que 6,53% dos alunos escolheram a alternativa (C), sugerindo que esses estudantes tentaram relacionar as mudanças de temperatura do ambiente com o equilíbrio químico. Isso reflete uma compreensão errônea, pois, embora a temperatura afete as reações químicas, no caso da oxigenação da hemoglobina em seres humanos, a regulação não é diretamente impactada pelas variações de temperatura ambiente devido à homeostase.

Ademais, consideramos que um estudante poderia marcar a alternativa (C) – redução da temperatura do ambiente – baseado no erro conceitual de que a temperatura ambiente exerce um efeito direto sobre a capacidade de o sangue transportar oxigênio. Esse erro pode decorrer de uma compreensão equivocada de que reações químicas, como a oxigenação da hemoglobina, são diretamente influenciadas por mudanças na temperatura ambiente da mesma forma que outras reações químicas podem ser. O raciocínio errôneo pode ser o seguinte: o estudante aprendeu que a temperatura afeta as taxas de reação e, possivelmente, aplicou esse conhecimento de forma inadequada ao equilíbrio da oxigenação da hemoglobina, assumindo que uma temperatura ambiente mais baixa poderia diminuir a eficiência dessa reação. O estudante não compreende que, embora a temperatura possa afetar a cinética das reações, a oxigenação da hemoglobina é regulada, principalmente, pela pressão parcial de oxigênio e não pela temperatura ambiente. Isso ocorre especialmente em organismos homeotérmicos, como os seres humanos, que mantêm a temperatura corporal constante independentemente das variações externas. Esse erro conceitual revela uma falta de entendimento sobre como as condições de equilíbrio são afetadas por fatores externos e de como o corpo mantém a homeostase fisiológica frente às variações ambientais.

Clara, analisando a resposta correta, pontuou: “Para (D), a resposta correta, é direta. Eles precisam entender como a redução da pressão do oxigênio em grandes altitudes afeta o equilíbrio. Isso requer uma compreensão clara do princípio de Le Chatelier.”. Com base nessa fala, os 48,64% dos estudantes que responderam o item corretamente, possivelmente identificaram que a queda da pressão parcial de oxigênio seria o fator responsável pela redução da concentração de hemoglobina oxigenada no sangue, baseando-se no entendimento adequado do princípio de Le Chatelier e da relação entre pressão parcial de oxigênio e equilíbrio químico. A justificativa correta está em reconhecer que, conforme a altitude aumenta, a pressão parcial do oxigênio no ar diminui, devido à rarefação da atmosfera. Esse fenômeno é bem documentado e conhecido como uma das principais causas do mal das alturas.

De acordo com o equilíbrio químico apresentado na questão, a hemoglobina (Hb) e o oxigênio (O_2) reagem para formar a hemoglobina oxigenada (HbO_2). Seguindo o princípio de Le Chatelier, se a pressão parcial do oxigênio cai, o equilíbrio se desloca no sentido de consumir oxigênio, tentando contrabalançar a redução e formar mais HbO_2 , a partir das quantidades disponíveis de Hb e O_2 . No entanto, devido à menor disponibilidade de O_2 , a formação de HbO_2 é prejudicada, levando a uma diminuição na concentração de hemoglobina oxigenada no sangue. Portanto, o estudante que escolhe a alternativa (D) demonstra uma compreensão correta de como as variações na pressão parcial do oxigênio afetam diretamente o equilíbrio químico da reação de oxigenação da hemoglobina, refletindo um entendimento adequado dos conceitos de equilíbrio químico e de como as condições ambientais podem afetar as reações bioquímicas no corpo.

A respeito da alternativa (E), Luiz disse:

Por último, (E) parece ser uma interpretação biológica errada. Eles podem confundir a diminuição da saturação de oxigênio com a diminuição dos glóbulos vermelhos, sem perceber que se trata da capacidade de transporte de oxigênio, e não do número de células. Aqui, a distinção entre os conceitos de hemoglobina e eritrócitos é crucial.

A observação do professor Luiz sobre a alternativa (E) aponta para um equívoco comum na interpretação de conceitos biológicos e químicos relacionados à fisiologia do sangue. O erro dos estudantes em escolher esse distrator, que se refere à “diminuição da quantidade de hemácias”, baseia-se na confusão entre dois fenômenos distintos: a saturação de oxigênio na hemoglobina e a contagem de glóbulos vermelhos no sangue. Dessa forma, endossamos a fala do professor Luiz, pois acreditamos que os 12,14% dos estudantes, possivelmente, escolheram a alternativa (E) devido ao erro conceitual de confundir a capacidade de transporte de oxigênio do sangue com a quantidade de células transportadoras de oxigênio, ou seja, os glóbulos

vermelhos ou hemácias. Este erro decorre de uma interpretação equivocada de que a hipóxia, ou a diminuição da concentração de oxigênio no sangue em altas altitudes, se deve à redução no número de hemácias, quando, na realidade, a hipóxia é causada pela redução na pressão parcial de oxigênio disponível para a saturação da hemoglobina. Nesse caso, o estudante pode confundir a hipóxia de altitude, que é uma questão de disponibilidade de oxigênio no ar, com anemia, uma condição caracterizada pela deficiência de número/qualidade das hemácias ou de concentração de hemoglobina. Na realidade, a resposta correta ao mal das alturas envolve a fisiologia da respiração e do transporte de oxigênio no sangue, não a quantidade de hemácias em si. Esse erro conceitual revela uma compreensão inadequada da bioquímica e da fisiologia do sangue, já que o estudante não distingue entre a pressão parcial de oxigênio, que influencia diretamente a saturação de oxigênio da hemoglobina, e o número total de células transportadoras de oxigênio.

Nas discussões dos professores, emergiram não apenas as possíveis interpretações equivocadas dos estudantes, mas, também, se evidenciou a importância da adoção de práticas de ensino que reforcem a integração entre diferentes áreas do conhecimento com os conteúdos da Química, bem como a correta contextualização dos conceitos científicos. Ao revisar a literatura que investiga o processo de ensino e de aprendizagem do equilíbrio químico, torna-se claro que há um amplo espaço para debate e melhorias no Ensino Fundamental e Médio. As pesquisas realizadas por Machado e Aragão (1996), Sabadini e Biachi (2007), Bertotti (2011), Candela (2021) e De Lima Silva *et al.* (2022) corroboram as inquietações apontadas pela análise educacional feita pelos professores envolvidos neste estudo.

Machado e Aragão (1996) destacaram um desafio fundamental no ensino de Química: a tendência dos estudantes em interpretar o “equilíbrio químico” como um estado de imobilidade, em que as reações parecem cessar e as substâncias se mantêm estáticas. Essa visão negligencia o caráter dinâmico do equilíbrio, no qual reações reversíveis continuam ocorrendo, mas em taxas iguais e opostas, mantendo as concentrações de reagentes e produtos constantes. O estudo revela a necessidade de elucidar a natureza da constante de equilíbrio e as representações simbólicas das reações, diferenciando entre o fenômeno e sua representação didática. Por sua vez, Sanadini e Bianchi (2007), ao examinarem os livros didáticos, identificaram que a abordagem tradicional do ensino de equilíbrio químico tende a ser feita pela perspectiva da Cinética Química, o que pode obscurecer o entendimento de que as reações estão sujeitas às leis termodinâmicas universais. Os autores propõem uma exploração mais aprofundada das leis dessas leis no ensino de equilíbrio para que os estudantes possam

compreender não apenas o estado final das reações, mas, também, as razões termodinâmicas que determinam as proporções de reagentes e produtos.

Bertotti (2011) acrescenta que a dificuldade dos alunos com o equilíbrio químico não se restringe às compreensões conceituais, mas se estende aos aspectos quantitativos, enfatizando que a resolução de problemas nessa área requer uma compreensão integrada das reações e de como os sistemas reagem a perturbações, como a adição de reagentes ou mudanças nas concentrações dos componentes do sistema. Candela (2021), por sua vez, salienta que a compreensão do equilíbrio dinâmico exige um conhecimento prévio sobre reações químicas que abranja teoria, fenômenos e representação. As falhas conceituais frequentemente encontradas entre os estudantes sobre a dinâmica do equilíbrio químico refletem essas lacunas de compreensão. Bertotti (2011) observou a recorrência dessas dificuldades entre os estudantes que ingressam no Ensino Superior, indicando que as deficiências de aprendizado em equilíbrio químico do Ensino Médio continuam a afetar os alunos em níveis mais avançados de educação:

A noção de que um equilíbrio dinâmico se estabelece em determinados sistemas químicos e que a composição da solução é função da constante de equilíbrio e das concentrações iniciais dos reagentes parece ser bem difundida entre os estudantes. Entretanto, ao se perturbar o equilíbrio pela adição de substâncias químicas observam-se evidentes dificuldades na resolução dos problemas e estes estão associados, num primeiro instante, com a falta de clareza sobre a correlação entre os termos volume de solução, quantidade de matéria (mols) e concentração. A confusão existe porque o conceito de “mol” é abstrato, e não é claro para os alunos que se trata de uma unidade associada à grandeza “quantidade de matéria”. Assim, muitos alunos não veem diferença entre as unidades mol e mol L⁻¹, e quando o volume de solução é 1 L a confusão pode ficar ainda mais reforçada” (Bertotti, 2011, p. 1837).

A constatação dos desafios enfrentados pelos estudantes em compreender a complexidade do equilíbrio químico ressalta a urgência de uma metodologia de ensino mais eficaz. Essa deve ser uma abordagem que integra o conhecimento teórico e sua aplicação prática, iluminando não apenas a natureza conceitual do equilíbrio químico, mas, também, sua relevância em contextos reais e experimentais. A pesquisa conduzida por De Lima Silva *et al.* (2022) destaca persistentes lacunas na compreensão dos alunos de aspectos cruciais do equilíbrio químico, tais como sua dinâmica inerente, a interpretação e o papel da constante de equilíbrio, bem como a distinção entre a realidade fenomenológica das reações e suas representações simbólicas ou matemáticas. Essas dificuldades representam barreiras consideráveis no processo de aprendizagem, sublinhando o valor de abordagens pedagógicas

que incentivem a visualização e a compreensão multidimensional do equilíbrio químico através dos três níveis de representação: macroscópico, submicroscópico e simbólico.

Diante desta revisão crítica, torna-se evidente a importância da implementação de estratégias diagnósticas que avaliem de forma detalhada a compreensão dos estudantes sobre o equilíbrio químico. Compreender o raciocínio subjacente à escolha de cada alternativa pelos estudantes, e os caminhos cognitivos percorridos para se chegar a essas respostas é fundamental para desenhar intervenções pedagógicas direcionadas e eficientes. A análise detalhada desses caminhos fornece indicadores relevantes para o desenvolvimento de recursos didáticos e métodos de ensino que respondam, de maneira efetiva, às necessidades dos estudantes, promovendo uma aprendizagem significativa e duradoura desses princípios.

O quarto momento de análise do item em tela voltou-se para a compreensão do significado dos dados estatísticos, da bisserial e dos parâmetros da TRI. No entanto, os professores da turma apresentaram muitas dificuldades, conforme registra a fala dos professores Clara e Luiz:

Clara: Peraí. Então, as bisseriais. Ai, Vinícius, não lembro mais. Uma vez você falou, quanto maior a bisserial, mas eu não lembro.

Luiz: Tem alguma coisa a ver com se ela é positiva, quer dizer que tem maior índice de marcação, é isso?

Vinícius: Quase isso, Luiz. Marcação por que tipo de aluno? Alguém lembra, para ajudar a Clara e o Luiz aí? (Silêncio)

Vinícius: Não tem problema não, gente. Vamos fazer juntos!

A dificuldade que os professores, como Clara e Luiz, enfrentam ao interpretar dados estatísticos na área da educação reflete um desafio mais amplo na formação docente. O coeficiente bisserial, mencionado na discussão, é um exemplo de medida estatística que pode confundir professores que não possuem formação específica em estatística ou avaliação educacional. O coeficiente bisserial é utilizado para medir a força da relação entre o desempenho em um item de teste (como acertar ou errar uma questão) e a pontuação total no teste, fornecendo uma indicação da efetividade de um item em discriminar alunos com diferentes níveis de habilidade. Na conversa, Luiz demonstra ter tido uma compreensão parcial, reconhecendo que um coeficiente positivo está relacionado a um “maior índice de marcação”, mas ainda está incerto sobre a implicação disso. Nesse movimento, tento direcioná-los ao entendimento de que um coeficiente bisserial positivo alto indica que o item é bem respondido por alunos com alto desempenho, enquanto um coeficiente negativo, ou próximo de zero, sugere que o item foi relativamente acertado por alunos de menor proficiência.

A dificuldade evidenciada não é incomum e pode ser atribuída a vários fatores. Primeiro, a formação inicial dos professores pode não incluir uma base sólida em métodos estatísticos aplicados à educação. Em segundo lugar, a prática pedagógica cotidiana raramente exige a interpretação de dados estatísticos complexos, em especial, para a área das Ciências que são contempladas com poucas avaliações de grande escala no Brasil (Medeiros *et al.* 2017), o que pode resultar em uma falta de familiaridade em relação a essas medidas. Por fim, os professores podem não ter acesso a recursos ou formação continuada que auxiliam no desenvolvimento de competências relativas à análise de dados. Esse terceiro evidenciou-se a partir das falas de outros professores de Química ao longo da entrevista, reproduzidas na seção 7.2.2, sobre a apropriação dos resultados dessas avaliações. Acreditamos que, para que essas barreiras sejam superadas, é essencial que os sistemas de formação docente nas diversas áreas da educação integrem componentes de avaliação educacional e estatística em seus currículos e ofereçam desenvolvimento profissional contínuo nessa área. Também é importante que os professores tenham suporte institucional para aplicar e interpretar dados estatísticos, incluindo a colaboração com especialistas em avaliação, para aprimorar suas práticas pedagógicas e contribuir para uma cultura de avaliação pautada por dados.

Nesse contexto educacional, o curso que oferecemos forneceu um ambiente propício para transformar os dados estatísticos da Questão 46 em um exercício prático, em que pudemos explorar os conceitos de forma conjunta. Como discutido anteriormente, especificamente na seção 7.3.1, a análise estatística da Questão 46 revelou discriminação notável entre os estudantes. Isso é evidenciado pelo coeficiente bisserial positivo de 0,273 associado ao gabarito, refletindo a capacidade do item de diferenciar os alunos com distintos níveis de habilidade em Química. Em contrapartida, as alternativas (A), (B) e (C), indicadas por coeficientes bisseriais negativos de -0,131, -0,161 e -0,094, respectivamente, são frequentemente marcadas por alunos que ainda necessitam fortalecer suas habilidades básicas em Ciências, Química e Biologia. A alternativa (E), mesmo com um coeficiente bisserial negativo ligeiramente menor (-0,028), ainda revela uma tendência dos alunos de menor desempenho em escolher opções incorretas. O coeficiente bisserial positivo no gabarito enfatiza que os estudantes com altas habilidade, provavelmente, estão marcando essa alternativa, ao passo que os que optaram pelos distratores expõem as lacunas conceituais mencionadas na análise pedagógica, o que os impede de responder corretamente à questão.

Ao sugerir a análise dos dados obtidos através da TRI, propus aos professores o desafio de se engajarem nesta tarefa, tendo em mente que os parâmetros da TRI são frequentemente

discutidos no contexto do entendimento dos coeficientes bisseriais. Contudo, a resposta foi unânime: eles se sentiram inseguros para realizar tal análise em coletivo. Diante disso, optamos por conduzir a atividade em grupo, com o intuito de prepará-los para que, na próxima sessão, pudessem eles mesmos realizar a análise de um item de forma independente. O objetivo desta abordagem foi o de fortalecer a compreensão e a habilidade dos professores na interpretação dos dados da TRI, capacitando-os a aplicar esse conhecimento em suas práticas pedagógicas.

Assim, para registrar a explicação pedagógica deste item nesta tese, retomaremos aos dados apresentados na seção 7.3.1 sobre os parâmetros da TRI para esse item. Esses dados se tratam de uma análise estatística baseada na TRI para o Item_1 (Questão 46 do Caderno Azul) da edição de 2015, relacionado à habilidade H14. A TRI é usada para avaliar não apenas o desempenho individual dos estudantes, mas também a qualidade e eficácia dos itens do teste. Assim como nos outros itens, vamos discutir cada um dos parâmetros fornecidos à luz de Andrade *et al.* (2000), Carlos (2017) e Pasquali (2020).

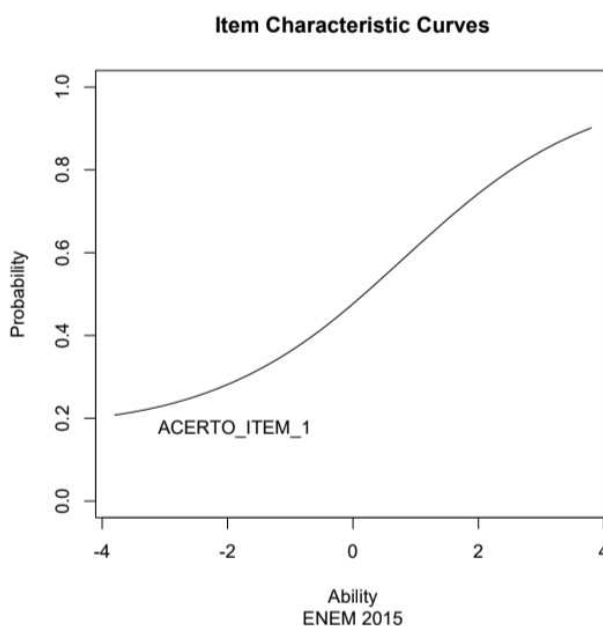
O percentual de acerto de 48,64% é um indicador de dificuldade que mostra a porcentagem de alunos que responderam corretamente ao item. Um valor de 48,64% sugere um nível moderado de dificuldade, pois menos da metade dos estudantes acertou a questão. O parâmetro “a” de 0,009 indica que a discriminação do item é extremamente baixa, quase tendendo a zero (Embretson; Reise, 2000). Segundo Andrade *et al.* (2000), um valor de “a” alto indica que o item é muito bom para diferenciar entre alunos com alta e baixa proficiência no assunto testado. Um valor tão baixo como 0,009 sugere que o item é praticamente incapaz de discriminar entre diferentes níveis de habilidade, o que o torna inadequado para uso em um teste que visa diferenciar o desempenho dos alunos. Em relação ao parâmetro “b” de 538,698 o item apresenta valor elevado, pois está acima da média da escala de proficiência (0 a 1000). Segundo Andrade *et al.* (2000, p.14), quando “b” é elevado, a discriminação de alunos bons é realizada pelos itens difíceis. Ainda assim, o valor do parâmetro “a” se distancia demasiadamente de um intervalo considerado razoável para a maioria das populações de teste e pode indicar que a questão é inapropriada para o nível de habilidade dos alunos que realizaram o teste. Já o parâmetro “c” indica a probabilidade de acerto ao acaso (Pasquali, 2020). No caso de múltipla escolha com cinco opções, esperaríamos um valor próximo a 0,20 (ou 20%) (Embretson; Reise, 2000). Um valor de 0,171 está próximo, indicando que a chance de acertar esta questão ao acaso está dentro do esperado.

Com base nesses parâmetros, pode-se inferir que a Questão 46 não funciona como um bom indicador de habilidade para os estudantes testados em 2015. Parece que o item não foi

capaz de medir adequadamente a habilidade pretendida (H14), dado o seu baixo poder discriminatório de média a alta dificuldade (apesar de ter sido o que apresentou um valor de parâmetro “b” menor). Além disso, a probabilidade de acerto ao acaso não está muito distante do esperado, mas isso é pouco consolador dado os outros problemas que o item revela possuir.

A partir da análise pedagógica realizada pelos professores, percebemos que há um grande desafio no ensino de Química a ser superado, que pode influenciar a distorção estatística apresentada. Nesses casos, entendemos que a estatística serve para a produção de um teste justo e, a partir dessa análise, seria prudente reconsiderar a inclusão desse item em futuras avaliações, ou revisá-lo substancialmente para garantir que ele possa avaliar com eficácia a habilidade que pretende medir. Porém, a atitude de reconsiderá-lo partindo somente do viés estatístico atua como um agente limitante do diagnóstico real, visto que o item evidenciou uma visão holística sobre as lacunas de aprendizagem dos alunos concluintes do Ensino Médio e não apresentou erros conceituais ou falha técnica. Nesse sentido, torna-se importante também a revisão dos procedimentos de calibração e validação dos itens, considerando a validação de conteúdo após a pré-testagem, para garantir que os itens estejam alinhados ao nível de conhecimento e habilidade dos alunos. Para melhor representar esses dados, construímos a CCI da Questão 46 (Figura 36) e a sua respectiva CII (Figura 37), para que possamos observar melhor o comportamento desses parâmetros:

Figura 36 - CCI da Questão 46 (Item_1) do Caderno Azul da edição de 2015 do Enem

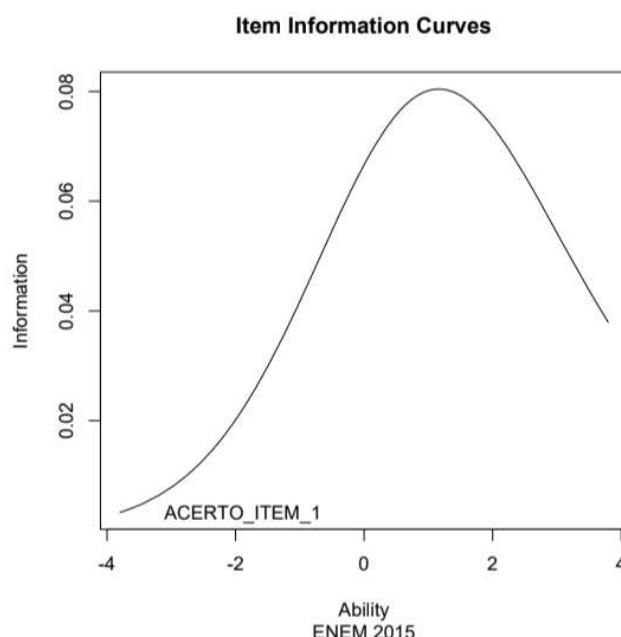


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A análise detalhada da CCI para a Questão 46 do Enem de 2015 revela características cruciais sobre a sua eficácia. É possível observar que a curva exibe uma inclinação muito suave ao longo de toda a gama de habilidades, o que visualmente representa e confirma o baixo parâmetro de discriminação “a”. Esse aspecto da curva indica que a questão não consegue diferenciar de forma efetiva entre estudantes que possuem diferentes graus de proficiência na habilidade específica que está sendo avaliada. Além disso, a curva mostra que, embora haja um aumento na probabilidade de acerto conforme a habilidade do estudante aumenta, essa probabilidade não se estabiliza em um nível alto de certeza, mesmo para aqueles com habilidades mais avançadas, refletindo o elevado parâmetro de dificuldade “b”. Isso sugere que o acerto não é garantido nem mesmo aos estudantes mais preparados, o que pode indicar que a questão é excessivamente complexa, ou, talvez, mal alinhada aos objetivos do currículo, ou, ainda, que as estratégias de ensino associadas ao seu conteúdo precisam ser revistas.

O parâmetro “b” elevado também sinaliza que a questão está posicionada muito além da capacidade de compreensão da maioria dos estudantes, o que levanta preocupações sobre sua validade como instrumento de medição no contexto do Enem. Uma questão tão difícil poderia, inadvertidamente, introduzir uma variação injustificada aos resultados do teste, distorcendo a interpretação das habilidades dos alunos e, potencialmente, afetando sua avaliação geral. Portanto, em consonância com os princípios de uma avaliação justa e eficaz, a Questão 46 necessita de uma avaliação criteriosa e, possivelmente, de uma revisão abrangente. Além disso, é preciso fomentar discussões a respeito do ensino e da aprendizagem do conteúdo de equilíbrio químico associado aos fenômenos biológicos. O objetivo de revisões futuras envolve a garantia de que os itens não apenas avaliem o conhecimento dos alunos de maneira confiável, mas que, também, contribuam para uma discriminação justa e precisa dos níveis de habilidade em Química. Isso pode arrolar toda a comunidade envolvida no processo da Educação em Química, desde a reestruturação das estratégias de ensino até a modelagem do teste na busca de um item que melhor atenda aos parâmetros psicométricos desejados e aos objetivos pedagógicos da avaliação. Para avançar nessa discussão, analisaremos a CII da Questão 46:

Figura 37 - CII da Questão 46 (Item_1) do Caderno Azul da edição de 2015 do Enem



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A partir da CII da Questão 46, compreendemos que há um panorama quantitativo da eficácia do item em medir a habilidade H14 entre os avaliados. Na TRI, o conceito de “informação” está intrinsecamente relacionado à precisão com que um item avalia uma competência específica (Andrade *et al.*, 2000). A representação gráfica da CII, portanto, é uma ferramenta analítica valiosa que permite aos educadores e psicometristas compreendam o desempenho do item em um contexto de teste (Pasquali, 2020). Ao inspecionar a CII, nota-se que o pico da curva, situado em torno do valor 1 na escala de habilidade, indica que a Questão 46 tem sua máxima efetividade em discernir a habilidade de candidatos com proficiência média a alta. Contudo, a altura modesta do pico, com um valor abaixo de 0.08, revela uma limitada capacidade informativa do item. Idealmente, um item bem calibrado apresentaria um pico mais elevado, sinalizando uma capacidade superior de discernimento e, consequentemente, de fornecimento de uma avaliação mais acurada da habilidade em questão.

A estreiteza da curva em torno do pico é igualmente reveladora. Ela sugere que a Questão 46 é capaz de fornecer informações úteis para uma faixa específica de habilidades, predominante em torno do nível médio. Em relação a examinandos com habilidades substancialmente inferiores ou superiores à média, é provável que a questão ofereça pouca informação. Ademais, ao considerarmos os parâmetros da TRI: um parâmetro “a” significativamente baixo de 0,009 e um parâmetro “b” de médio a alto de 538,698 frente a

média desta edição que foi de 479 pontos, a Questão 46 parece inadequada para medir de forma eficaz a habilidade H14. O baixo “a” implica que a questão é ineficaz em diferenciar entre os alunos de diferentes níveis de habilidade, enquanto o alto “b” indica que mesmo os alunos com habilidades avançadas apresentaram dificuldades para resolver o item, indicando que o desenvolvimento deste conteúdo na Educação Básica é extremamente desafiador.

Portanto, a análise conjunta da CII, da CCI e dos parâmetros da TRI para a Questão 46 recomenda uma reavaliação criteriosa do item para avaliar alunos concluintes do Ensino Médio. Isso pode estar associado ao desafio de se trabalhar o conteúdo de equilíbrio químico na Educação Básica, como expõe a literatura. Uma questão ideal para diagnosticar o conhecimento dos estudantes em equilíbrio químico, para uso em avaliações de larga escala como o Enem, deveria ter uma CII com um pico mais pronunciado e abrangente, indicando sua utilidade em uma gama mais ampla de habilidades dos alunos e sua capacidade de fornecer informações precisas e diferenciadas em vários níveis de proficiência. Isso, em última instância, asseguraria que o item não apenas avaliasse os respondentes de maneira justa e precisa, mas que, também, contribuisse para uma interpretação mais fidedigna do desempenho dos estudantes.

Devido à limitação temporal, as duas horas destinadas a esta atividade revelaram-se insuficientes para a análise dos dois itens propostos desta edição. Consequentemente, o exame pedagógico associado ao Item_10 (Questão 55 da edição de 2015) não pôde ser realizado na íntegra pelos professores. Portanto, a análise pedagógica da Questão 55 é de nossa autoria.

O item apresentado a seguir (Figura 38) demonstrou-se como o que exigiu maior proficiência dos estudantes concluintes do Ensino Médio da edição de 2015. Esse item avaliou a habilidade H27: Avaliar propostas de intervenção no meio ambiente aplicando conhecimentos químicos, observando riscos ou benefícios (Inep, 2009, [p.10]).

Figura 38 - Questão 55 do Caderno Azul da edição de 2015 do Enem

A hidroponia pode ser definida como uma técnica de produção de vegetais sem necessariamente a presença de solo. Uma das formas de implementação é manter as plantas com suas raízes suspensas em meio líquido, de onde retiram os nutrientes essenciais. Suponha que um produtor de rúcula hidropônica precise ajustar a concentração do íon nitrato (NO_3^-) para 0,009 mol/L em um tanque de 5 000 litros e, para tanto, tem em mãos uma solução comercial nutritiva de nitrato de cálcio 90 g/L. As massas molares dos elementos N, O e Ca são iguais a 14 g/mol, 16 g/mol e 40 g/mol, respectivamente.

Qual o valor mais próximo do volume da solução nutritiva, em litros, que o produtor deve adicionar ao tanque?

A 26
B 41
C 45
D 51
E 82

Fonte: Inep, 2015.

Após fazer a leitura e resolução da Questão 55, entendemos que a habilidade avaliada foi: “Calcular o volume necessário de uma solução nutritiva para atingir a concentração desejada de íons nitrato em um sistema de hidroponia, aplicando conhecimentos de molaridade e relações estequiométricas em um contexto de agricultura sustentável.”. Nesta sentença, o verbo cognitivo “calcular” é empregado seguindo a Taxonomia revisada de Bloom, que se enquadra no domínio cognitivo de “aplicar”, pois o estudante deve usar fórmulas e conhecimentos de Química para resolver o problema. Em seguida, consideramos que o conteúdo necessário para solucionar o problema da atividade proposta envolve o conceito de molaridade e o cálculo de concentrações, exigindo que o estudante entenda e utilize as massas molares dos elementos e as relacionem com a concentração em soluções. Por fim, nota-se que o contexto do problema é a hidroponia, uma técnica de produção de vegetais sem solo, onde as plantas crescem em soluções aquosas ricas em nutrientes, cujas concentrações necessitam de ajuste.

Retomando a discussão estatística das bisseriais das alternativas apresentadas na 7.3.1, evidenciamos que a bisserial do gabarito é de 0,128. As alternativas (A), (C), (D) e (E) apresentaram bisseriais negativas ou muito próximas de zero, o que sugerem que essas são opções frequentemente escolhidas por alunos com menor habilidade. Sendo assim,

analisaremos cada alternativa e observaremos as lacunas que podem influenciar na aprendizagem dos alunos.

Iniciaremos desta vez pelo gabarito, letra (B). Para resolver esse item, podemos considerar que os 20,54% dos estudantes realizaram um raciocínio adequado que envolve compreensão de conceitos fundamentais de concentração molar, proporção estequiométrica e cálculos para ajuste de volume de soluções. Os estudantes que acertaram o item realizaram os seguintes passos:

1. Determinação da massa molar do nitrato de cálcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$): Eles reconhecem que a fórmula do nitrato de cálcio contém um íon cálcio e dois íons nitrato. Com as massas molares dadas ($\text{Ca} = 40 \text{ g/mol}$, $\text{N} = 14 \text{ g/mol}$, $\text{O} = 16 \text{ g/mol}$), calculam a massa molar correta:

$$\text{Massa molar do } \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = 40 + (2 \times (14 + (3 \times 16))) = 164 \text{ g/mol.}$$

2. Cálculo da quantidade de matéria de nitrato de cálcio necessária: Eles aplicam a concentração desejada de íons nitrato ao volume total do tanque para encontrar a quantidade de matéria necessária de nitrato de cálcio.

$$0,009 \text{ mol/L} \times 5000 \text{ L} = 45 \text{ mol.}$$

3. Determinação do volume da solução nutritiva necessária: Usam a concentração da solução nutritiva comercial e a quantidade de matéria de nitrato de cálcio para calcular o volume da solução nutritiva que deve ser adicionado ao tanque. Considerando que a solução comercial tem uma concentração de 90 g/L e que são necessários 45 mol de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, em uma proporção de 2:1, convertem a quantidade de matéria em massa usando a massa molar calculada e, então, em volume, usando a concentração da solução comercial:

$$\frac{164 \text{ g}}{2 \text{ mol}} \cdot \frac{1 \text{ L}}{90 \text{ g}} \cdot 45 \text{ mol} = 41 \text{ L}$$

Quanto aos distratores, observamos diferentes caminhos alternativos. A alternativa (A) pode ser escolhida pelos estudantes devido aos erros conceituais e de cálculo na aplicação da química envolvida no problema. Uma possível justificativa para que 16,75% dos estudantes tenham marcado essa opção é que mesmo que saibam que o nitrato de cálcio é composto por íons cálcio (Ca^{2+}) e nitrato (NO_3^-), e que cada íon cálcio está associado a dois íons nitrato na fórmula do composto, podem ter se equivocado ao calcular a massa molar do nitrato de cálcio, ao não multiplicarem por dois a massa dos oxigênios e dos nitrogênios ao calcularem a massa molar total do íon nitrato. Veja o cálculo a seguir.

$$\frac{102\text{g}}{2\text{ mol}} \cdot \frac{1\text{L}}{90\text{g}} \cdot 45\text{ mol} = 25,5\text{ L}$$

A dissociação do nitrato de cálcio em solução resulta em um íon cálcio para cada dois íons nitrato. Com base no processo descrito, os estudantes que marcaram a alternativa (A) podem ter interpretado erroneamente essa proporção de dissociação como uma relação molar 1:2 do soluto, levando a um cálculo equivocado da quantidade necessária da substância para alcançar a concentração desejada. O erro no cálculo da massa molar e a compreensão incorreta da proporção dos íons resultariam em um volume final de solução nutritiva que não corresponde ao correto para a diluição da solução comercial para a concentração necessária de íons nitrato. Este tipo de erro demonstra uma compreensão inadequada dos conceitos de molaridade e diluição, fundamentais para resolver o problema proposto pelo item.

Os 16,75% dos estudantes que escolheram a alternativa (C) podem ter focado corretamente na necessidade de ajustar a concentração de íons nitrato na solução nutritiva, mas cometeram um erro ao aplicar as relações matemáticas. Eles podem ter calculado a quantidade de matéria de nitrato necessária para atingir a concentração desejada no volume total do tanque, mas falharam em considerar que essa concentração precisa ser obtida pela diluição da solução comercial nutritiva, que já possui uma certa concentração de nitrato de cálcio. Aqui está o raciocínio incorreto que pode ter levado ao erro:

1. Os estudantes identificam que precisam de uma concentração final de 0,009 mol/L de íons nitrato no tanque de 5000 L.
2. Eles calculam a quantidade total de íons nitrato necessária para o tanque inteiro, multiplicando a concentração desejada pelo volume total do tanque:

$$\frac{0,009\text{ mol}}{1\text{ L}} \cdot 5000\text{ L} = 45\text{ mol}$$

3. Em seguida, eles procuram na lista de opções um número que corresponda a 45 ou que esteja relacionado a ele, possivelmente ignorando a necessidade de converter esse valor em volume de solução nutritiva a ser adicionado.

O erro ocorre porque esses respondentes não levam em consideração a concentração da solução nutritiva comercial que já possui nitrato de cálcio a 90 g/L. Além disso, eles podem ter desconsiderado a conversão da quantidade de matéria em volume, baseando-se apenas na relação entre concentração e quantidade de matéria, sem aplicar a massa molar do nitrato de

cálcio para encontrar o volume correto da solução comercial que deve ser adicionada ao tanque para alcançar a concentração desejada.

Para justificar a escolha dos 22,05% dos estudantes que optaram pela alternativa (D), pode-se considerar que eles entendem que precisam calcular o volume da solução nutritiva comercial que contém nitrato de cálcio para alcançar a concentração desejada no tanque de hidroponia. Entretanto, ao realizarem os cálculos, cometem um erro ao determinar a fórmula do nitrato de cálcio, considerando-a como CaNO_3 em vez de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, o que afetaria a massa molar calculada e, conseqüentemente, o volume resultante da solução. Segue uma possível linha de raciocínio que levaria ao erro:

1. Os alunos reconhecem que precisam ajustar a concentração de nitrato no tanque para 0,009 mol/L.
2. Eles multiplicam, erroneamente, a massa molar do nitrato de cálcio por um mol em vez de dois, devido ao erro na fórmula química, o que leva a um valor de massa molar incorreto.
3. Em seguida, os estudantes podem ter usado a concentração da solução comercial (90 g/L) e a quantidade de matéria necessária (45 mol) para calcular o volume necessário da solução comercial.

Apresenta-se o cálculo a seguir:

$$\frac{102\text{g}}{\text{mol}} \cdot \frac{1\text{L}}{90\text{g}} \cdot 45 \text{ mol} = 51 \text{ L}$$

A operação matemática correta em relação à massa molar e à quantidade de matéria levaria a um volume diferente do que foi encontrado. O erro na fórmula química do nitrato de cálcio leva a um cálculo errôneo da massa molar, que, quando aplicado na equação de diluição, resulta no valor de 51 L encontrado na alternativa (D), que corresponde a um raciocínio incorreto.

Por fim, os 12,91% dos estudantes que marcam a alternativa (E) podem ter cometido um erro conceitual ao não aplicar corretamente a proporção estequiométrica entre o cálcio e o nitrato na fórmula do nitrato de cálcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$). Caso considerem a fórmula como CaNO_3 , estariam ignorando que cada íon cálcio se combina com dois íons nitrato, o que resultaria em uma massa molar incorreta para o cálculo. Ao aplicar uma massa molar errada na fórmula para a diluição da solução nutritiva, os estudantes chegam a um volume muito maior do que o necessário. A operação que pode ter sido reaçoada consistiria na divisão da massa molar incorreta pelo conteúdo de nitrato de cálcio na solução comercial (90 g/L) e a multiplicação

pelo número total de moles necessários (45 mol), levando ao volume de 82 L. O cálculo está apresentado a seguir:

$$\frac{164\text{g}}{1\text{ mol}} \cdot \frac{1\text{L}}{90\text{g}} \cdot 45\text{ mol} = 82\text{ L}$$

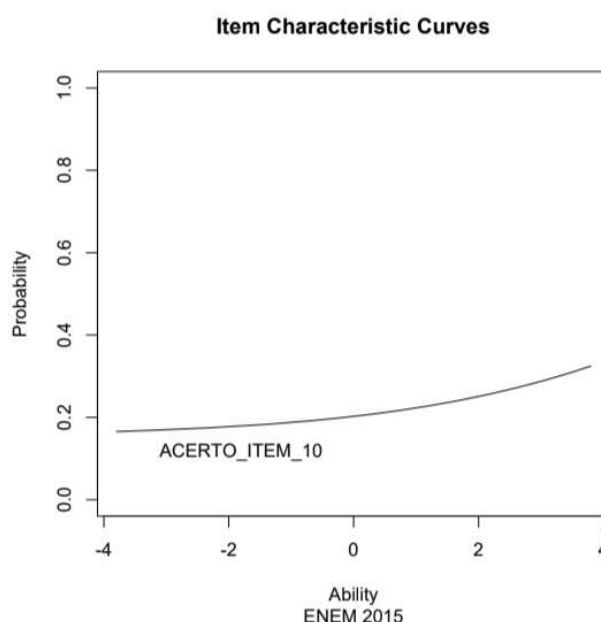
Esse raciocínio reflete uma falta de compreensão da estequiometria correta da fórmula do nitrato de cálcio e do cálculo correto da massa molar. Além disso, ao se desconsiderar a proporção correta de íons na dissociação do nitrato de cálcio em solução, falha-se em entender como essa proporção afeta a concentração dos íons em solução e, por extensão, o volume da solução nutritiva necessária para alcançar a concentração desejada no tanque de hidroponia. Tal como já explorado na edição de 2013, a estequiometria e os cálculos químicos são, em grande parte, mobilizados como meras regras de três. A ausência do pensamento químico leva estudantes a terem dificuldades na condução das operações matemáticas. Portanto, é preciso repensar o ensino desse conteúdo no âmbito da formação docente e da Educação Básica.

Conforme observado na análise pedagógica, este não foi um item fácil para os estudantes concluintes do Ensino Médio em 2015. É possível que as leituras dos dados estatísticos vão ao encontro dessa interpretação pedagógica. As bisseriais apontam que estudantes com boa proficiência, em plena condição de acertar o item, mobilizam as ações que apresentamos para as alternativas (A), (C), (D) e (E), que são diferentes do gabarito (B). Em resumo, a nota desses estudantes não avança devido ao comprometimento do entendimento sobre nomenclatura de compostos, sobre o cálculo das massas molares e sobre a atribuição da relação de proporção entre as espécies em uma reação.

Os dados estatísticos da TRI também sinalizam que o item é compatível com o conhecimento da população medida. Identificamos que o parâmetro “a” obteve valor de 0,005, o parâmetro “b” de 1034,2 e o parâmetro “c” de 0,153. Em um estudo mais apurado, isso significa que o parâmetro “a” mede a discriminação do item, ou seja, a sua eficácia em diferenciar entre alunos com alta e baixa habilidade relacionada ao conceito testado. Um valor tão baixo (0,005) indica que este item tem uma discriminação muito insuficiente. Na prática, isso significa que o item não é eficiente em distinguir entre estudantes que dominam ou não a habilidade H27. Já o parâmetro “b” reflete a dificuldade do item. Nesse caso, o valor é muito alto, significando que a questão é difícil e apenas os estudantes com nível de habilidade muito acima da média são capazes de acertá-la. O valor de “b” está bem acima da média na escala de proficiência do Enem (que geralmente vai de 0 a 1000), o que reforça a interpretação de que o

item é desafiador. Além disso, o parâmetro “c” indica a probabilidade de acerto da questão por adivinhação. Com cinco opções de resposta, um valor típico para “c” seria em torno de 0,20 (20%), como já mencionamos em outras análises. O valor de 0,153 está um pouco abaixo disso, o que sugere que acertar esta questão por adivinhação é menos provável do que o normal, mas ainda encontra-se dentro de uma faixa razoável. Para melhor representar esses dados, construímos a CCI da Questão (Figura 39) e a CII (Figura 40), para que possamos observar melhor o comportamento desses parâmetros.

Figura 39 - CCI da Questão 55 (Item_10) do Caderno Azul da edição de 2015 do Enem



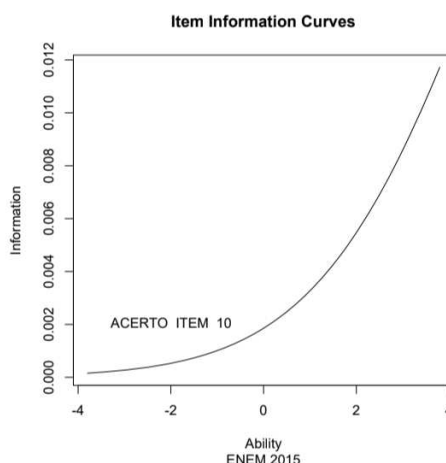
Fonte: Carvalho e Afonso (2023).

Nosso estudo sobre o gráfico da CCI para a Questão 55 do Caderno Azul do Enem de 2015, aponta para a necessidade de muitas observações. Como já mencionamos em outras análises, a CCI apresenta a probabilidade de acerto de acordo com a habilidade (θ) dos estudantes. A habilidade é geralmente medida em uma escala onde a média é zero e o desvio-padrão é um. O gráfico mostra que, à medida que a habilidade do estudante aumenta, a probabilidade de acerto também aumenta, o que é esperado em qualquer curva de característica de item. No entanto, há algumas considerações importantes a serem feitas com base na forma específica da curva.

A inclinação da CCI é um indicador do poder discriminatório do item. Uma curva mais íngreme indica que o instrumento é capaz de distinguir efetivamente entre estudantes de diferentes níveis de habilidade. No gráfico fornecido, a inclinação é suave, indicando que a discriminação do item pode ser baixa, ou seja, não diferencia de forma eficaz os estudantes com habilidades mais altas daqueles com habilidades mais baixas. Outra questão é relativa ao ponto na escala de habilidade onde a curva começa a subir, o que indica o nível de dificuldade do item. Um item considerado difícil terá esse ponto mais à direita no gráfico (valores positivos de θ), enquanto um item mais fácil terá esse ponto mais à esquerda (valores negativos de θ). No gráfico em questão, parece que o ponto de inflexão da curva (onde a probabilidade de acerto começa a aumentar mais rapidamente) está próximo de zero, sugerindo que o item apresenta dificuldade média. Já a altura da curva indica a probabilidade máxima de acerto. Em uma CCI ideal, para estudantes com alta habilidade (valores altos de θ), a curva deve se aproximar de 1 (ou 100% de probabilidade de acerto). No gráfico apresentado, a probabilidade de acerto, mesmo para estudantes com alta habilidade não atinge 1, o que pode sugerir que a questão é desafiadora mesmo para os mais capazes.

Considerando que a questão mobiliza o conteúdo de estequiometria, uma área fundamental da Química que requer compreensão de proporções moleculares e cálculos matemáticos precisos, a curva sugere que muitos estudantes podem ter tido dificuldades em relação a esses conceitos. Isso pode refletir uma necessidade geral de reforço no ensino de estequiometria para a aplicação desses conceitos em problemas práticos. Analisaremos, agora, a CII na Figura 40.

Figura 40 - CII da Questão 55 (Item_10) do Caderno Azul da edição de 2015 do Enem



Fonte: Carvalho e Afonso (2023).

A CII revela características importantes sobre o desempenho do item no teste. Inicialmente, a curva está praticamente no ponto zero, refletindo uma baixa capacidade de medir a habilidade dos participantes com desempenho bem abaixo da média. À medida que nos movemos para habilidades médias e acima da média, há um aumento na informação que o item fornece, embora o pico da curva não apareça na imagem, o que aponta para uma habilidade extremamente alta. Isso sugere que a questão não consegue comunicar informações significativas sobre o conhecimento dos participantes, mesmo aqueles com habilidades intermediárias. Além disso, a estreita extensão da curva ao redor do seu pico sugere uma eficácia limitada, sendo informativa para um estreito espectro de habilidades. A curva ascende para níveis mais elevados de habilidade, o que pode indicar que a questão apresenta um alto grau de desafio e é potencialmente mais reveladora para alunos com um entendimento avançado de estequiometria. No entanto, a curva nunca atinge uma altura que denotaria um alto grau de utilidade, o que indica de que a informação proporcionada é modesta em todos os níveis de habilidade.

Considerando esses aspectos, a Questão 55 demonstra um desempenho insatisfatório como instrumento de medição da competência dos alunos em estequiometria, logo, sua utilidade é questionável. A análise da CII, portanto, sugere a necessidade de uma revisão cuidadosa desse item, com o objetivo de aprimorar a precisão com que mede a habilidade dos estudantes nessa área específica do conhecimento químico. Nesse sentido, a baixa quantidade de informação fornecida pelo item pode refletir que a questão não foi eficaz em medir a habilidade dos estudantes neste tópico ou que o conhecimento de estequiometria dos estudantes não variava suficientemente para que o item fosse informativo. Em resumo, o item parece ter um desempenho subótimo, potencialmente devido à sua baixa capacidade de discriminação e ao fato de ser informativo apenas em um intervalo limitado de habilidades acima da média. Isso sugere que, talvez, seja necessário revisar o item para que seja devidamente incorporado ao um teste como o Enem ou, ainda, investir na Educação Básica, revendo os métodos de ensino relacionados ao conteúdo de estequiometria.

7.3.3.2 A apropriação de resultados por professores de Química durante o curso de extensão: os itens das edições do Enem de 2016 e 2017 em desenvolvimento individual

A análise das edições de 2016 e 2017 contará com as falas de professores de Química que participaram do curso de extensão ofertado por nós como um dos quesitos de praticar reflexões sobre o ensino a partir da Psicometria moderna. Essas edições fizeram parte da atividade de análise individual, em que professores foram estimulados a pensar e sugerir os caminhos cognitivos realizados pelos estudantes a partir de suas vivências e realidades. A saber, os participantes deveriam também propor uma discussão baseada nos dados estatísticos que foram previamente apresentados.

Os resultados psicométricos da edição de 2016 do Enem destacaram o “equilíbrio químico” como o tópico mais desafiador para os estudantes. Sendo assim, os professores da “Turma A” se debruçaram sobre os itens relacionados a esse conteúdo nesta edição. A questão em foco, apresentada na Figura 41, investiga a capacidade de determinadas substâncias químicas – especificamente o fenol, a piridina, a metilamina e o hidrogenossulfato de potássio – de gases neutralizantes contratados pela incineração de pneus para produção de energia.

Figura 41 - Questão 78 do Caderno Azul da edição de 2016 do Enem

Após seu desgaste completo, os pneus podem ser queimados para a geração de energia. Dentre os gases gerados na combustão completa da borracha vulcanizada, alguns são poluentes e provocam a chuva ácida. Para evitar que escapem para a atmosfera, esses gases podem ser borbulhados em uma solução aquosa contendo uma substância adequada. Considere as informações das substâncias listadas no quadro.

Substância	Equilíbrio em solução aquosa	Valor da constante de equilíbrio
Fenol	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- + \text{H}_3\text{O}^+$	$1,3 \times 10^{-10}$
Piridina	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+ + \text{OH}^-$	$1,7 \times 10^{-9}$
Metilamina	$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$	$4,4 \times 10^{-4}$
Hidrogenofosfato de potássio	$\text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{OH}^-$	$2,8 \times 10^{-2}$
Hidrogenossulfato de potássio	$\text{HSO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$	$3,1 \times 10^{-2}$

Dentre as substâncias listadas no quadro, aquela capaz de remover com maior eficiência os gases poluentes é o(a)

☐ A fenol.
☐ B piridina.
☐ C metilamina.
☐ D hidrogenofosfato de potássio.
☐ E hidrogenossulfato de potássio.

Fonte: Inep, 2016.

Com base na Figura 41, as informações apresentadas incluem o equilíbrio químico em meio aquático de cada substância e os valores correspondentes de suas constantes de equilíbrio. O propósito central desse item é testar se o leitor consegue interpretar o equilíbrio químico e associar a constante de equilíbrio à eficácia na eliminação dos gases contaminantes, compreendendo que uma constante de equilíbrio mais elevada sinaliza uma maior formação de produtos de ocorrência. Isso indica uma eficiência superior da substância em reagir com substâncias poluentes e removê-las.

Segundo os dados do Inep, esse item foi desenvolvido para avaliar a habilidade H27, que faz parte da matriz de competências dessa avaliação desde 2009 e continuou a ser utilizada para a criação de itens de avaliação até 2023. Nessa matriz, a habilidade H27 requer do estudante a capacidade de “Avaliar propostas de intervenção no meio ambiente aplicando conhecimentos químicos, observando riscos ou benefícios” (Inep, 2009, [p.10]). Com base nessa habilidade, os professores de Química deveriam propor uma sentença descritora para o item em análise, compreendendo que a H27 apresenta uma descrição que oferece de diversas possibilidades de avaliação. O Quadro 15 apresenta as sugestões de sentenças descritoras formuladas pelos professores participantes:

Quadro 15 – Sugestões para a redação da habilidade da Questão 78 da edição de 2016

Professor	Sentença descritora para a Questão 78 do Caderno Azul de 2016
Marcus	Selecionar substâncias químicas para a neutralização de soluções ácidas por meio de suas constantes de equilíbrios e características ácido-base.
Graça	Reconhecer as características do estado de equilíbrio.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Segundo a explicação de Marcus, o trecho “Selecionar substâncias químicas para a neutralização de soluções ácidas [...]” indica que é esperado que os estudantes identifiquem e escolham as substâncias químicas que são capazes de neutralizar soluções ácidas. Isso envolve o conhecimento dos diferentes tipos de substâncias químicas e suas propriedades e comportamentos quando reagem com ácidos. Já o trecho “[...] por meio de suas constantes de equilíbrio [...]”, destaca a importância das constantes de equilíbrio químico, valores específicos que descrevem a proporção de reagentes e produtos em uma reação química. Segundo Marcus, compreender essas constantes é fundamental para prever se uma reação de neutralização ocorrerá de forma eficiente. Por fim, a última parte da sentença “[...] características ácido-base.”

refere-se ao entendimento das propriedades ácido-base das substâncias químicas. Essa parte avalia o entendimento dos estudantes de que ácidos e bases têm características específicas que determinam como interagem entre si. Ou seja, para Marcus, a compreensão dessas características é essencial para a escolha de substâncias apropriadas para a neutralização de soluções ácidas.

Em um dos encontros, Marcus expõe seu desconforto em relação à abordagem dos do Enem:

Eu fui dar uma aula sobre ácidos e bases, uma aula de indicadores. E era uma aula prática. E foca muito, assim, é uma prática do colégio focar muito em cálculo e em teoria. Eu dei uma aula de Ácido Base sem citar pH do solo, por exemplo. Que é algo que eu sempre cito nas aulas que eu dava no Mato Grosso. Que o público era um público diferente do público que tenho agora. Então, é uma aula que eu trabalho um conceito sem uma contextualização. Hoje eu sinto falta de contextualização dentro da sala de aula, porque os alunos precisam aprender a fazer cálculo, eles têm que saber todos os cálculos, toda a teoria, mas ele não precisa contextualizar, não tem problema se ele não souber contextualizar, se ele não souber aplicar, ele sabendo fazer o cálculo é isso que importa, porque o Enem vai cobrar isso dele. Eu acho que se ele pegar em qualquer vídeo, qualquer formulário, ele aprende a fazer conta e não precisa do professor. É uma desvalorização, de certa forma, do professor.

A insatisfação de Marcus é relevante, uma vez que Machado e Aragão (1996) já apontavam que estudantes da Educação Básica atribuem significados matemáticos à constante de equilíbrio e não a compreendem, por exemplo, a relação entre o valor numérico e a concentração de reagentes e produtos. No entanto, a constatação inicial de Marcus se contradiz no que diz respeito à mobilização de conteúdos por meio de contextos. Após realizar a análise pedagógica para a Questão 78 Marcus justifica sua elaboração da sentença descritora:

A formulação da sentença descritora dessa maneira permite ao avaliador verificar se o aluno não apenas conhece conceitos básicos de ácidos e bases, mas, também, se é capaz de aplicar esse conhecimento de forma prática, selecionando substâncias apropriadas com base em suas propriedades químicas e constantes de equilíbrio. Dessa forma, a sentença avalia não apenas a memorização de informações, mas, também, a capacidade do aluno de aplicar seu conhecimento em situações do mundo real, promovendo uma avaliação mais abrangente das habilidades dos estudantes em Química.

Bertotti (2011) evidenciou a deficiência do desempenho de estudantes recém-ingressados no curso de Química em relação à temática dos equilíbrios químicos, pelo fato de envolver a associação entre equilíbrios ácido-base. O autor aponta falhas conceituais em linguagem científica, no desenvolvimento de cálculos químicos e na associação entre as espécies em equilíbrio.

A participante Graça utilizou trecho “Reconhecer as características [...]”, pois essa parte da sentença indica que os alunos devem ser capazes de identificar e compreender as características específicas relacionadas ao estado de equilíbrio em um sistema químico. Para a professora, esse conhecimento envolve a capacidade de perceber os sinais, as mudanças e os comportamentos que ocorrem quando uma reação química está em equilíbrio. Em relação ao trecho final da sentença, “[...] do estado de equilíbrio,”, a professora destaca que a habilidade avaliada está relacionada ao estado de equilíbrio em uma reação química. Segundo Graça, o aluno deve

Compreender que o estado de equilíbrio ocorre quando as taxas das reações direta e inversa em uma reação química são iguais, e as concentrações de reagentes e produtos permanecem constantes ao longo do tempo, embora as moléculas continuem a se transformar.

Ao justificar a determinação pela sentença descritora da Questão 78, Graça explica que:

A formulação da habilidade dessa maneira permite ao avaliador verificar se o aluno possui conhecimento não apenas sobre o conceito abstrato de equilíbrio químico, mas, também, se é capaz de identificar e descrever as características específicas desse estado em uma situação dada. Isso inclui compreender conceitos como a constante de equilíbrio, a posição do equilíbrio, as mudanças nas concentrações de reagentes e produtos, e como esses fatores estão relacionados ao estado de equilíbrio em um sistema químico.

Graça acrescenta o seguinte comentário à sua justificativa:

[...] a habilidade de reconhecer as características do estado de equilíbrio é fundamental para compreender o comportamento das reações químicas e é aplicável em várias áreas da Química, desde a Cinética até a Termodinâmica. Portanto, essa sentença descritora foi elaborada para avaliar a proficiência dos alunos nesse conhecimento específico, promovendo uma avaliação mais precisa e abrangente das habilidades dos estudantes em Química.

Em nossa opinião, acreditamos, ainda, que a sentença descritora desse item possa ser: “Avaliar, pelo valor da constante de equilíbrio das substâncias em solução aquosa, a que removeria com eficiência gases poluentes produzidos na combustão da borracha”. A escolha pelo verbo “avaliar” se justifica porque, segundo Bloom *et al.* (1977), esse termo expressa a necessidade de mobilizar um julgamento sobre o material e dos métodos, a partir de critérios que lhe são dados. Nesse item, a avaliação do material teria por referência utilizar os valores da constante de equilíbrio para selecionar aquela substância capaz de remover os gases poluentes mencionados na situação problema. O trecho “[...] pelo valor da constante de equilíbrio das

substâncias em solução aquosa [...]” indica que os alunos devem analisar e determinar, qual reação química pode remover eficientemente gases poluentes produzidos pela combustão da borracha. Isso porque a avaliação envolve a aplicação dos conhecimentos sobre constantes de equilíbrio, que são valores indicadores da posição do equilíbrio em uma reação química. Por fim, a determinação do contexto acontece em nível de resolução de um problema local no trecho “[...] a que removeria com eficiência gases poluentes produzidos na combustão da borracha.”. Nesse sentido, compreende-se que os alunos devem considerar as reações químicas que envolvem substâncias em solução aquosa e que são capazes de remover eficientemente os gases poluentes gerados durante a queima da borracha. Isso implica o conhecimento sobre as propriedades químicas das substâncias envolvidas e sobre a forma como elas interagem para neutralizar ou remover os poluentes.

Essa sentença descritora foi elaborada para avaliar a capacidade dos alunos aplicarem seus conhecimentos sobre equilíbrio químico em uma situação prática e relevante. Os estudantes precisam não apenas entender os conceitos teóricos das constantes de equilíbrio, mas, também, serem capazes de aplicar esse conhecimento para resolver problemas do mundo real, como a redução da poluição do ar resultante da combustão de materiais como a borracha.

Nesse sentido, analisar o caminho cognitivo dos alunos ao longo de um teste oferece diversas vantagens importantes no contexto educacional, pois sugere a identificação de dificuldades específicas. Assim, para resolver o item e optar pela alternativa (D), os 18,34% dos estudantes interpretaram que os gases presentes na chuva ácida apresentariam caráter ácido e, portanto, deveriam buscar, entre as representações de Bronsted-Lowry listadas no suporte, a que liberaria íons hidroxila para neutralizar o ácido e apresentasse, portanto, maior valor de constante de equilíbrio. Assim, faz-se uma leitura da constante de equilíbrio associada ao entendimento científico para solucionar o caso.

Os 24,46% dos estudantes que optaram pela alternativa (A), possivelmente seguiram caminho proposto por Marcus – “O estudante confundiu os critérios da constante de equilíbrio e escolheu o de menor valor.” – e por Graça: “O estudante pode fazer análise apenas pelo valor da constante, errar a interpretação da constante e marcar a alternativa que possui o menor valor.”. Concordamos com os professores e reconhecemos a plausibilidade desse caminho. Segundo Machado e Aragão (1996), entre as dificuldades conceituais comuns que os estudantes enfrentam ao tentar entender o equilíbrio químico consiste na incompreensão da influência da concentração dos reagentes e produtos no equilíbrio. Considerando que a constante de equilíbrio está diretamente relacionada à concentração dos reagentes e produtos em uma reação

química ao atingir o estado de equilíbrio, nota-se que a deficiência na interpretação científica, a partir da compreensão do significado das constantes de equilíbrio, não foi superada em 2016 para os 24,46 % dos alunos que marcaram a alternativa (A).

Essas interpretações ressaltam a importância de não apenas de memorizar os valores das constantes de equilíbrio, mas, também, de entender seu significado conceitual. Os professores destacam a necessidade de os alunos não apenas calcularem, mas, também, interpretar corretamente esses valores para fazerem escolhas apropriadas em questões de química. Isso realça a importância de uma compreensão profunda dos conceitos, em vez de apenas recorrer a estratégias superficiais, ao resolver problemas relacionados à química e ao equilíbrio químico.

Em relação aos 7,59% dos estudantes que optaram pela alternativa (B), o professor Marcus constata que “Identificaram a formação dos íons OH^- , mas não se atentaram aos valores da constante de equilíbrio. ”. Já a professora Graça, avaliou que:

Se trata do menor valor da constante de equilíbrio entre as opções que liberam hidroxila como produto. O estudante pode marcar essa opção ao buscar uma hidroxila para reagir com os óxidos ácidos e confundir o conceito da constante de equilíbrio.

Foram apresentadas duas interpretações diferentes para os estudantes que escolheram a alternativa B, conforme análise dos professores Marcus e Graça. Ambas as interpretações indicam que os estudantes que escolheram a alternativa (B) cometeram erros relacionados ao entendimento da constante de equilíbrio e à aplicação desse conhecimento específico ao contexto da questão. Isso destaca a importância de não apenas entender os conceitos individualmente, mas, também, aplicá-los de maneira apropriada em situações específicas, o que é fundamental para um verdadeiro domínio dos princípios da química e do equilíbrio químico.

A alternativa (C) obteve o maior volume de estudantes marcantes, 31,05%. O professor Marcus sugere que os estudantes: “Identificaram a formação dos íons OH^- e teve sua atenção voltada ao item por observar o íon CH_3NH_3^+ e uma constante de equilíbrio mediana ”. Já Graça diz que: “O estudante pode ter feito a interpretação correta da questão, buscou como produto a hidroxila e um elevado valor da constante de equilíbrio, porém ele não olhou o valor da potência.”. As duas análises apontam para falhas específicas na compreensão dos estudantes em relação à aplicação dos conceitos de equilíbrio químico. Enquanto alguns alunos focaram na presença de íons específicos e em valores medianos de constantes de equilíbrio, outros podem não ter considerado completamente todos os elementos da equação química, como a

potência na constante de equilíbrio. Por fim, 18,15% dos estudantes optam pelo hidrogenosulfato de potássio (alternativa E). Para Marcus, o estudante: “Mobilizou o conhecimento de que o maior valor da constante de equilíbrio geraria a melhor dissociação das substâncias utilizadas, mas não se atentou aos produtos da reação.”. A compreensão da professora Graça segue o mesmo raciocínio, sugerindo que: “O estudante pode ter feito análise apenas do valor da constante de equilíbrio sem considerar os produtos que estão sendo formados (ácido ou base).”.

Tanto Marcus como Graça destacam a importância de uma compreensão holística e qualitativa das reações químicas. Dado que o valor da constante de equilíbrio é crucial, é igualmente essencial o entendimento sobre quais os produtos formados pela reação química. A análise deve incluir não apenas o aspecto quantitativo, mas, também, o aspecto qualitativo da química, para que os estudantes possam tomar decisões conscientes ao escolher as respostas corretas nessas situações. Essa compreensão mais aprofundada é fundamental para um verdadeiro domínio dos princípios da Química e para o sucesso em questões de avaliação.

Candela (2021) aborda a dificuldade dos alunos em compreender o conceito de equilíbrio químico na escola. Segundo o estudo, os alunos enfrentam desafios significativos ao tentar entender esse tema complexo. A pesquisa destaca que, devido à abstração e à natureza dinâmica do equilíbrio químico, os estudantes muitas vezes têm dificuldade em visualizar e conceituar os processos envolvidos.

No próximo segmento da atividade, abordaremos uma parte crucial: a relação entre a interpretação pedagógica e a estatística. Conforme Pasquali (2023) é importante estabelecer um diálogo entre os resultados estatísticos ou empíricos e a análise teórica que, neste caso, acontece pela literatura acadêmica, que divulga resultados sobre o pensamento dos estudantes em sala de aula a respeito de conteúdos químicos. Nesse sentido, a produção acadêmica deve complementar a percepção dos professores que estão ativamente envolvidos no processo educacional.

Ao analisar os dados estatísticos em conjunto, a partir de experiências práticas e opiniões dos educadores, é possível criar uma visão mais completa e aprofundada do cenário educacional. As hipóteses levantadas a partir dos dados estatísticos podem ser validadas ou refinadas à luz das percepções qualitativas dos professores, proporcionando uma compreensão mais rica e matizada dos desafios e das oportunidades no contexto da sala de aula. Esse diálogo interdisciplinar não apenas enriquece a análise estatística, mas, também, contribui para o

desenvolvimento de estratégias pedagógicas mais eficazes, que estão fundamentadas tanto nas evidências quantitativas quanto nas experiências práticas dos educadores.

Para saber se estudantes com proficiência para acertar o item estão o errando, basta analisar os dados das bisseriais, já que esse dado representa uma comparação do comportamento dos estudantes ao longo de todo o teste. Como já mencionamos na seção 7.3.1, em um caso de bisserial positiva, nota-se a presença de estudantes com bom desempenho trilhando caminhos cognitivos alternativos e marcando a opção incorreta. Quando propomos uma discussão aos professores sobre as bisseriais das alternativas e os parâmetros “a”, “b” e “c” da TRI, a professora Graça apontou que: “As bisseriais das alternativas indicam que as pessoas que tiveram maior quantidade de acertos na prova marcaram as alternativas (D) ou (E).”. O professor Marcus caminha na mesma conclusão: “Os estudantes com as habilidades necessárias para acertar o item optaram pela alternativa (E), que está errada.”.

No item, observamos que, além do gabarito (D) com bisserial positiva, a alternativa (E) também era positiva e, portanto, foi marcada por estudantes com bom desempenho no teste. Logo, esses estudantes que optaram pela letra (E) não avançam, pois, segundo nossa análise, analisam apenas do valor da constante de equilíbrio, sem considerar a característica ácida ou básica dos produtos que estão sendo formados. Logo, a tomada de decisão por parte desses alunos desconsidera o caráter qualitativo do equilíbrio e considera apenas o aspecto quantitativo. As bisseriais refletem a resposta do item, observada nos parâmetros da TRI. Para Marcus realizar esse movimento

[...] foi interessante, pois foi a partir dele que conseguimos identificar onde estão parados os bons alunos. Também ajudou a entender as falhas conceituais significativas, ou seja, não que as outras são menos importantes, não é isso, mas que impede estudantes com condição, que mostraram no teste, né, que desenvolveram boa parte do processo cognitivo, de avançar.

Os dados estatísticos da TRI também sinalizam que o item não é compatível com o conhecimento da população medida. Conforme discutido na seção 7.3.1, identificamos que o parâmetro “a” obteve valor de 0,009, o parâmetro “b” de 840,052 e o parâmetro “c” de 0,140. Para a professora Graça: “O parâmetro ‘b’ elevado indica que a questão possui um nível de dificuldade elevado e o parâmetro ‘c’ numericamente baixo indica que a probabilidade de acertar a questão ao acaso é baixa.”. Marcus, por sua vez, comenta cada parâmetro e compreende que:

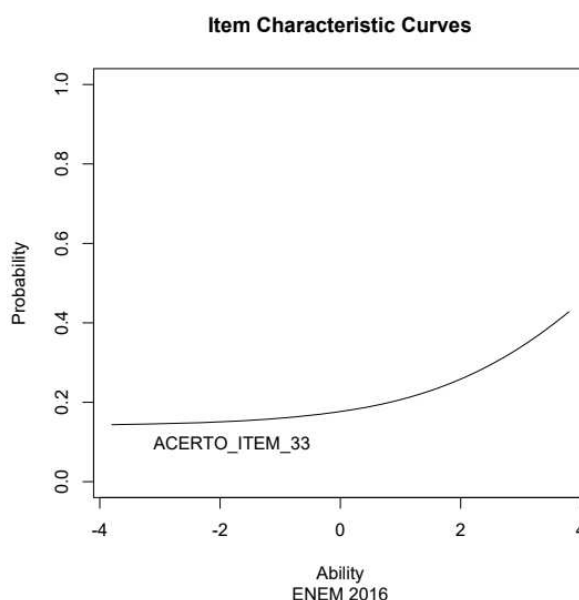
O parâmetro ‘b’ indica que este item possui uma alta dificuldade. O valor do parâmetro ‘a’ indica que o item não teve uma boa eficiência na identificação das habilidades dos estudantes e consequentemente os alunos com menos

habilidades identificaram o gabarito da questão e o parâmetro ‘c’ também indica um alto índice do aluno ter chutado a alternativa correta.

Com base nos dados da TRI, o valor de “a” de 0,009 para a Questão 78 é extremamente baixo pelo padrão, o que implica que esta questão foi muito pouco eficaz em discriminar entre os participantes com habilidades mais altas e mais baixas. Isso pode significar que quase todos os concluintes do Ensino Médio, independentemente de sua habilidade, tiveram uma chance semelhante de acertar ou errar a questão. Com base na altura do parâmetro “b” de 840.052, consideramos o item muito difícil para esses estudantes, pois apenas os alunos com habilidades elevadas teriam uma chance razoável de acertá-lo. Por fim, no parâmetro “c” foi de 0,140, logo está dentro da faixa típica esperada pelo padrão (Andrade *et al.*, 2010), o que se distingue do que apontou a análise do professor Marcus, que indicou que há uma chance de 14% de acertar a questão por adivinhação, o que é uma taxa razoável para múltipla escolha, onde uma chance de adivinhação pura seria de 20% (1 em 5 opções de resposta).

Para melhor representar esses dados, construímos CCI e a CII para a Questão 78 (Figuras 42 e 43, respectivamente) para que pudéssemos observar melhor o comportamento desses parâmetros no teste.

Figura 42 - CCI da Questão 78 (Item_33) do Caderno Azul da edição de 2016 do Enem



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

O gráfico da CCI ilustrada na Figura 42 refere-se à Questão 78 do Caderno Azul do Enem de 2016, que avaliou conhecimentos sobre Equilíbrio Químico. Esta curva mostra a

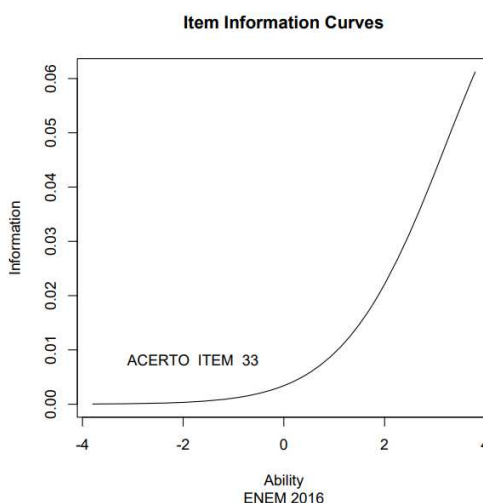
probabilidade de um candidato acertar a questão em função de sua proficiência na escala do Enem. No gráfico, a habilidade é representada no eixo horizontal e a probabilidade de acerto no eixo vertical.

Observamos que os concluintes do Ensino Médio com habilidade abaixo de -2 têm uma probabilidade muito baixa de acertarem o item, o que é esperado, já que esses candidatos têm um conhecimento limitado sobre o conteúdo de Equilíbrio Químico. Conforme a habilidade do candidato aumenta, a probabilidade de acerto no item também aumenta, o que indica que a questão discrimina bem entre os candidatos com diferentes níveis de compreensão do tema.

A curva começa a ascender mais notavelmente a partir do ponto 0 na escala de habilidade, e a probabilidade de acerto se aproxima de 0,4 para aqueles com habilidade acima de 3. Isso sugere que a questão era desmasiadamente difícil, pois apenas os alunos com alta proficiência em Equilíbrio Químico tiveram uma grande chance de acerto. Além disso, o desenvolvimento da curva sugere que não há um ponto de habilidade onde a probabilidade de acertar o item se modifica abruptamente, o que poderia indicar que a questão é justa e proporciona uma transição gradual de dificuldade para candidatos em diferentes níveis elevados de habilidade.

De acordo com nossa análise, o item não apresentou problemas conceituais ou de estrutura que possam ter induzido os estudantes a marcar alternativa errada. Diante disso, vale utilizar os dados para repensar as ações pedagógicas ocorridas em sala de aula e propor que os autores de livros didáticos reformulem a abordagem do conteúdo. Para contribuir com essa discussão, analisamos a CII do item, apresentada na Figura 43.

Figura 43 - CII da Questão 78 (Item_33) do Caderno Azul da edição de 2016 do Enem



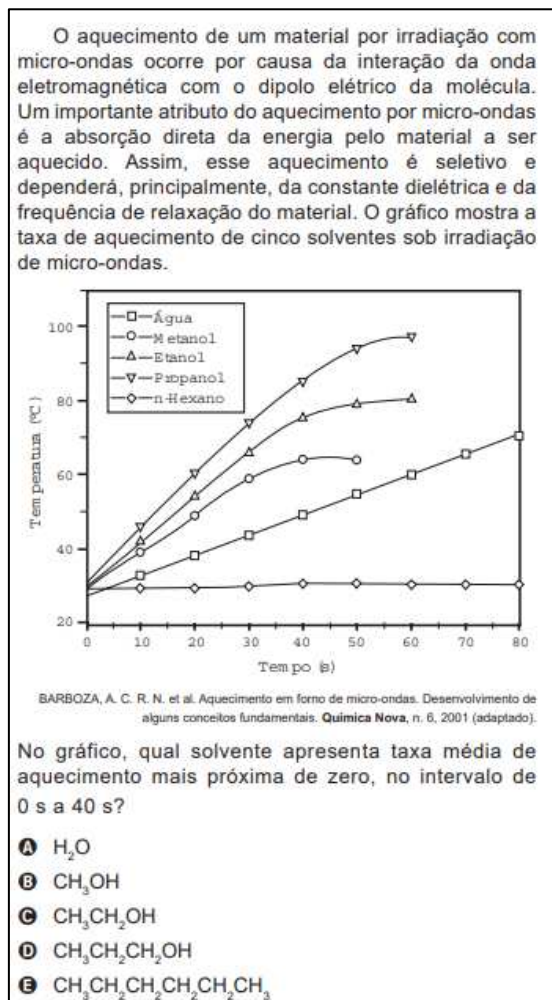
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A forma da curva indica que a Questão 78 começa a fornecer mais informações à medida que a habilidade da avaliação aumenta, com um aumento mais acentuado da informação para habilidades acima de zero. O item fornece pouca informação sobre candidatos com habilidades muito abaixo da média (valores negativos apresentados no gráfico) e torna-se mais informativo para candidatos com habilidades acima da média (valores positivos). De acordo com os gráficos, o Item_33 é mais informativo para avaliações com habilidades altas, como é evidenciado pelo aumento acentuado da curva à direita. Isso sugere que este item é particularmente útil para discernir entre candidatos de alta habilidade, pois quanto maior a habilidade, mais probabilidade de acerto e, conseqüentemente, mais informação o item fornece sobre a capacidade do diagnóstico da temática abordada.

É importante notar que um item ideal para testes como o Enem na TRI deveria fornecer uma quantidade significativa de informações sobre uma ampla gama de habilidades. No entanto, a Questão 78 parece ser mais adequada para distinguir entre candidatos de maior habilidade, sendo menos eficaz para candidatos com habilidade média ou abaixo da média. Isso pode ser um indicativo de que a questão é mais desafiadora ou que requer um nível de conhecimento mais aprofundado sobre o tema, que apenas estudantes mais avançados possuem.

Os professores Graça e Marcus analisaram também a Questão 89 (Figura 44) que, de acordo com o parâmetro “b” apresentado na seção 7.3.1, demonstrou ser o item que avalia conceitos da Ciência Química que exigiu a menor proficiência dos estudantes concluintes do Ensino Médio da edição de 2016.

Figura 44 - Questão 89 (Item_44) do Caderno Azul da edição de 2016 do Enem



Fonte: Inep, 2016.

A Questão 89 apresenta um estudo sobre o aquecimento de materiais por irradiação com micro-ondas, focando na interação da onda eletromagnética com o dipolo elétrico das moléculas do solvente. O texto discorre sobre o atributo crucial do aquecimento por micro-ondas, que se trata da absorção direta de energia e que depende da constante dielétrica e da frequência de relaxamento do material. O gráfico anexado compara a taxa de aquecimento de cinco solventes diferentes sob irradiação de micro-ondas ao longo do tempo. Os principais objetivos do item são avaliar a capacidade de interpretação de dados gráficos e compreender a relação entre as propriedades físicas dos solventes e a taxa de aquecimento por micro-ondas. Especificamente, o item solicita a identificação do solvente com a menor taxa média de aquecimento no intervalo de 0 a 40 segundos, exigindo a análise das informações apresentadas no gráfico para se chegar à conclusão correta. Segundo a base de dados do Inep, esse item avaliou a habilidade H17, que na Matriz de Referência do Enem é descrita como:

Relacionar informações apresentadas em diferentes formas de linguagem e representação usadas nas ciências físicas, químicas ou biológicas, como texto discursivo, gráficos, tabelas, relações matemáticas ou linguagem simbólica (Inep, 2009, [p.9]).

Segue, no Quadro 16, as sugestões de redação da sentença descritora para o item:

Quadro 16 - Sugestões para a redação da habilidade da Questão 89 da edição 2016

Professor	Sentença descritora para a Questão 89 do Caderno Azul da edição de 2016
Marcus	Identificar as informações necessárias contidas em um gráfico e realizar os cálculos de média com base nos valores observados.
Graça	Reconhecer os compostos orgânicos de acordo com os grupos funcionais hidrocarbonetos, álcoois, fenóis, aldeídos, cetonas, éteres, ésteres, aminas e amidas.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Essas habilidades refletem o objetivo de aprendizagem que o item pretende alcançar. A formulação de suas sentenças descritoras é resultado de uma reflexão individual e aprofundada sobre o conteúdo pedagógico a ser transmitido, e está estruturada de maneira a orientar os docentes no processo de ensino e de aprendizagem. A sentença articula não apenas o conhecimento específico que os alunos devem demonstrar, mas, também, o nível de compreensão e a aplicação desse conhecimento em contextos práticos, de acordo com os padrões estabelecidos pelo curso de extensão.

As sentenças propostas por Marcus e Graça para a Questão 89 incorporam verbos cognitivos de diferentes níveis dentro da taxonomia de Bloom revisada. Marcus escolheu o verbo “identificar”, que está associado ao nível de “Conhecimento” na taxonomia de Bloom revisada. Esse verbo se refere à habilidade de reflexão e registro de fatos, conceitos ou processos. No contexto do item apresentado, Marcus foca em habilidades analíticas, em que o aluno precisa extrair dados de um gráfico e, depois, aplicar um procedimento matemático para calcular a média. Isso não requer apenas a compreensão dos gráficos, mas, também, a habilidade de cálculos matemáticos, o que sugere uma integração de habilidades de níveis cognitivos baixos e médios.

A professora Graça, por outro lado, escolheu o verbo “reconhecer”, que também se enquadra no nível de “Conhecimento” e implica a identificação e registro de conhecimentos previamente aprendidos. Ela se concentra na identificação de compostos orgânicos com base em sua estrutura química e seus grupos funcionais. Essa habilidade é fundamental para a

compreensão da Química Orgânica e requer que os alunos tenham uma base sólida de conhecimento sobre uma variedade de grupos funcionais. Embora “reconhecer” seja um ato de memorização, no contexto da Química Orgânica, também envolve um nível de compreensão para a aplicação do conhecimento a novos exemplos de compostos.

Ambas as sentenças exigem que os alunos apliquem o conhecimento de maneiras específicas: Marcus pede que os alunos apliquem conhecimento matemático e interpretação de dados, enquanto Graça pede que os alunos apliquem conhecimento de Química Orgânica. Cada uma dessas habilidades reflete uma compreensão diferente do conteúdo e do contexto em que o problema se situa.

Após a análise da Questão 89, observamos outros elementos importantes. Com base na taxonomia de Bloom revisada e no item fornecido, a sentença que descreverá a habilidade poderia ser: “Analisar a taxa de aquecimento de diferentes solventes quando irradiados por micro-ondas para determinar se apresentam menor variação de temperatura no intervalo de tempo de 0 a 40 segundos.”. Nessa sentença, o verbo cognitivo “analisar” se situa no nível de “Análise” dentro da taxonomia de Bloom revisada. Esse verbo foi escolhido porque o estudante precisa examinar as informações apresentadas no gráfico para compreender e analisar as tendências de aquecimento dos solventes.

Para resolver o problema, os alunos devem mobilizar conhecimentos sobre a interação da radiação eletromagnética com as propriedades das moléculas, a influência da constante dielétrica e a frequência de relaxamento na absorção de energia. Por fim, devem refletir sobre como esses fatores afetam a taxa de aquecimento em diferentes solventes. O contexto apresentado é o aquecimento por micro-ondas, uma atividade física relevante tanto em aplicações industriais quanto no dia a dia, como no funcionamento de fornos de micro-ondas. O aluno precisa aplicar conceitos de Físico-Química para interpretar o gráfico e identificar qual dos solventes tem a menor taxa de aquecimento.

"Ao retomarmos a análise realizada em 2013 sobre a Questão 90, observamos que este item evidencia uma demanda por habilidades de tradução — um componente avançado da leitura. Trata-se de uma competência que transcende a decodificação literal do texto, exigindo do leitor a capacidade de reorganizar as informações comunicadas em uma nova linguagem, seja um outro idioma, um registro alternativo ou uma modalidade distinta de comunicação. Segundo Bloom *et al.* (1977), uma habilidade ordinária, nesse caso, é uma compreensão que permite a tradução em um modo simbólico, o que implica em uma cognição mais sofisticada. Deve-se compreender a linguagem original, e, também, reinterpretá-la e expressá-la através de

símbolos, que podem ser matemáticos, químicos ou de outra natureza simbólica. Isso exige uma habilidade de compreensão e análise profunda, à medida que a informação deve ser primeiramente assimilada e depois reestruturada e comunicada de uma maneira nova, mantendo a integridade conceitual do conteúdo original.

Com base na interpretação da sentença que caracteriza o item, iniciamos a avaliação das percepções dos docentes sobre o julgamento do estudante ao selecionar cada opção de resposta. Sustentamos que, ao engajar-se nesta análise, o professor incorpora aspectos do seu contexto educacional, revelando estratégias de ensino que facilitam o desenvolvimento cognitivo do aluno. Esse processo reflete o modo como o docente orienta os alunos a processar e aplicar o conhecimento, demonstrando o caminho cognitivo para que o aluno alcance a compreensão e a habilidade de resolver o item proposto.

Desta vez iniciaremos pelo gabarito indicado pela letra (E). Segundo os dados tratados pela base do Inep, 36,60% dos estudantes optaram pelo gabarito. Segundo o professor Marcus, o estudante “Identificou a fórmula do hexano e fez o cálculo da média de acordo com os dados do gráfico corretamente.”. Em nossa análise, para que a alternativa (E) seja marcada, o estudante deve analisar o gráfico fornecido e identificar qual dos solventes apresenta a menor taxa média de aquecimento entre 0 e 40 segundos, sob irradiação de micro-ondas. Observando as curvas de aquecimento, é possível notar que o hexano (representado pelos símbolos de losango) mostra o aumento de temperatura menos acentuado em comparação aos outros solventes no intervalo de tempo dado. Além disso, o aluno que conclui o Ensino Médio deve compreender que o hexano é uma molécula apolar, ou seja, sem um dipolo elétrico significativo, e, por isso, interage menos com as micro-ondas em comparação com os outros solventes listados, que são polares ou possuem grupos funcionais que podem interagir mais fortemente com a radiação eletromagnética, resultando em uma taxa de aquecimento mais elevada. Portanto, um estudante que marca a alternativa (E) demonstra ter compreendido a relação entre a polaridade dos solventes e sua interação com as micro-ondas.

Sobre os distratores (A), (B), (C) e (D), os docentes propuseram os possíveis processos cognitivos utilizados pelos estudantes. Para a professora Graça, os 23,51% dos estudantes que optaram pela alternativa (A), possivelmente recorrem ao texto base para formular a resposta:

[...] descreve situação de aquecimento por micro-ondas. Existem diversos vídeos e textos disponíveis na internet sobre o aquecimento de água em micro-ondas, que pode inclusive ser perigoso. O estudante pode, erroneamente, apenas ler algumas palavras no enunciado, tais como ‘água, micro-ondas, aquecimento’ e marcar a alternativa (A).

Já o professor Marcus trabalha com a possibilidade de o estudante ter pensado nas propriedades da água, afirmando que: “A água é uma substância mais conhecida, é polar e o único composto inorgânico, e é a opção mais diferente, podendo chamar a atenção dos estudantes.”.

A análise dos professores Graça e Marcus sobre a escolha da alternativa (A) pelos estudantes revela questões relevantes sobre como os alunos interagem com o Item_44 da avaliação do Enem, destacando diferentes abordagens cognitivas que podem levar à seleção de um distrator. A professora Graça atribuiu a escolha da alternativa (A) a uma possível leitura superficial do enunciado, levando os alunos a associarem, indevidamente, as palavras-chave “água”, “micro-ondas” e “aquecimento”. Estas observações podem ser explicadas pelo reconhecimento de padrões ao invés da análise aprofundada do contexto, fazendo com que os estudantes confiem em informações pré-concebidas sobre o aquecimento da água em micro-ondas, que são amplamente discutidas. Esse atalho cognitivo pode resultar em uma resposta rápida e errônea, demonstrando a influência de informações externas e a confiança em experiências pessoais ao invés da aplicação de conceitos científicos.

Por outro lado, o professor Marcus considera a familiaridade com o tema e as propriedades químicas da água como razões para a escolha dessa alternativa. Ele sugere que os alunos podem ter sido influenciados pela polaridade da água e pelo fato de esse ser o único composto inorgânico entre as opções. Essa escolha pode indicar um entendimento parcial das características em questão, em que os estudantes identificam corretamente a água como uma substância polar e, portanto, suscetível ao aquecimento por micro-ondas, mas não aplicam esse cálculo significativo para discernir entre as taxas de aquecimento dos solventes apresentados no gráfico.

Ambos os professores destacam um aspecto crucial da avaliação educacional: a importância de entender como os alunos pensam e onde podem ocorrer desvios na aplicação do conhecimento. Isso ressalta a necessidade de instrução clara e estratégias de ensino que promovam uma leitura atenta e análise crítica dos problemas, bem como uma compreensão aprofundada dos conceitos científicos para além do conhecimento superficial ou anedótico. O reconhecimento desses padrões de erros pode ser uma ferramenta útil para que os professores ajustem suas práticas pedagógicas, a fim de melhorar a compreensão dos alunos e ajudá-los a desenvolver habilidades de pensamento crítico mais robustas.

Ainda sobre as possibilidades cognitivas que levaram o aluno a optar pela alternativa (A), visualizamos outro fator pode ser atribuído a um erro conceitual comum em Química: a

superestimação da capacidade da água como solvente. Esse equívoco pode estar enraizado na ideia amplamente difundida de que a água é o “solvente universal”, uma noção que é, muitas vezes, simplificada no ensino de Química sem a devida ênfase nas limitações desse conceito. Na realidade, a água é um excelente solvente para muitas substâncias, mas, principalmente, para aquelas que são polares ou que podem formar ligações de hidrogênio, devido a sua própria polaridade e capacidade de formar tais ligações. No entanto, para substâncias apolares, como muitos compostos orgânicos, a água não é um solvente eficaz, e aqui reside o erro conceitual. Ao marcar a água como resposta, o aluno pode estar operando sob o equívoco de que, devido a sua capacidade de dissolver uma variedade de substância, a água também seria eficiente na absorção de energia por micro-ondas em qualquer contexto.

Além disso, na Química Orgânica, onde muitas reações ocorrem em solventes orgânicos em vez de aquáticos, a solubilidade e as interações moleculares são compreendidas de forma mais matizada. A capacidade de um solvente em interagir com micro-ondas depende de sua polaridade e da constante dielétrica, características que não são destacadas pela simplificação do conceito de “solvente universal”. Ao ignorar a relevância da polaridade e da constante dielétrica, o estudante pode falhar em aplicar o raciocínio correto sobre os gráficos fornecidos, levando à seleção da alternativa incorreta. Marcondes *et al.* (2015) argumentam que, na Química Orgânica, a solubilidade deve ser ensinada considerando a polaridade das moléculas e os tipos de interação entre solvente e soluto. Esse ensino mais aprofundado poderia prevenir o erro conceitual de considerar a água como a melhor opção em todos os casos, promovendo uma compreensão mais precisa das propriedades dos solventes e de como eles se comportam sob irradiação por micro-ondas.

A respeito da alternativa (B), o professor Marcus compreende que a escolha dos 11,56% dos estudantes que concluíram o Ensino Médio esteja associada à característica da molécula orgânica: “Associou ao grupo álcool e avaliou a menor cadeia carbônica.”. Diferente da professora Graça, que atribui a marcação desta alternativa ao solvente metanol, porque esse é

O único que apresenta uma tendência a estabilizar a curva de aquecimento próximo a 40 segundos. O estudante pode fazer uma leitura rápida do enunciado da questão e ler apenas ‘taxa média de aquecimento’, ‘40 segundos’ e marcar a opção que o solvente tende a estabilizar a curva de aquecimento.

A resposta dos professores Marcus e Graça oferece interpretações distintas sobre as razões pelas quais uma porcentagem de estudantes selecionou a alternativa (B), que corresponde ao metanol (CH_3OH). Marcus sugere que os estudantes podem ter se concentrado

na estrutura molecular do solvente, especificamente no tamanho da cadeia carbônica. Ele supõe que esses respondentes associaram a eficiência do aquecimento por micro-ondas à presença do grupo funcional de álcool e, conseqüentemente, escolheram o metanol, acreditando que a menor cadeia carbônica levaria a uma menor taxa de aquecimento. Essa linha de pensamento pode ser baseada na suposição de que cadeias menores resultam em menor consumo de energia por micro-ondas, um conceito que não é necessariamente verdadeiro, pois a interação com as micro-ondas é mais complexa e envolve não apenas o tamanho da cadeia, mas também a polaridade e a constante dielétrica.

Por outro lado, Graça aponta para uma análise dos dados apresentados no gráfico, argumentando que os estudantes podem ter sido levados a escolher o metanol porque notaram que sua curva de aquecimento parece estabilizar próxima aos 40 segundos. Neste caso, os alunos podem ter interpretado o gráfico de forma apressada, focando no ponto onde a taxa de aquecimento começa a se nivelar, sem considerar, principalmente, a taxa média de aquecimento de 0 a 40 segundos. Essa abordagem indica uma leitura superficial dos gráficos e do anunciado, fixando-se em elementos isolados (“taxa média de aquecimento”, “40 segundos”) em vez de haver uma compreensão holística da questão.

Um estudo sobre o letramento gráfico nas aulas de Química, a partir de uma revisão da seção “relatos em sala de aula”²³, da Química Nova na Escola, endossa a fala da professora Graça, pois observa-se que, dos 128 artigos analisados, apenas 33 mencionam os termos “fotografia” e “tabela” nas sequências didáticas. Em contraponto, os gráficos não encontraram espaço considerável em nenhuma das duas situações e o seu emprego foi restrito, praticamente, a um único tipo: o gráfico de linha. Corroboramos as autoras ao considerar que uma das características marcantes das CNT é a utilização de gráficos como elemento importante na representação das leis da natureza, e, por isso, é fundamental que o seu uso seja ampliado e diversificado.

Ambas as análises destacam diferentes processos cognitivos e erros conceituais que podem ocorrer durante a resolução de questões de teste. Enquanto Marcus foca no entendimento químico equivocado dos estudantes sobre a relação entre a estrutura molecular e a absorção de energia, Graça concentra-se na possibilidade de os alunos não analisarem os dados gráficos de maneira suficientemente detalhada. Essas interpretações enfatizam a importância de estratégias de ensino que desenvolvam tanto a compreensão conceitual quanto as habilidades de análise

²³ Disponível em: https://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc41_3/12-CP-41-18.pdf.

crítica dos dados, para evitar que os estudantes caiam em armadilhas cognitivas ao enfrentar tarefas de avaliação.

Comprometidos em aprofundar outras possibilidades mais complexas entre alunos com bom desempenho, observamos que escolha da alternativa (B) (metanol, CH_3OH) pode ser resultante de um erro conceitual atrelado à relação entre a polaridade de uma substância e sua resposta ao aquecimento por micro-ondas. O aluno pode confundir o aquecimento de micro-ondas, que influenciado pela polaridade e dielétrica constante, com o conceito de solubilidade em Química Orgânica, em que a polaridade afeta, principalmente, a solubilidade entre substâncias. O erro conceitual pode surgir da suposição incorreta de que o metanol, sendo polar, não se aquece tanto quanto outros solventes, por dispersar o calor de forma mais eficiente, devido às suas propriedades de solvente. Esse pensamento ignora o fato de que a polaridade do metanol e sua constante alta dielétrica trocada para uma maior interação com as micro-ondas resulta em um aquecimento mais eficiente. Portanto, o aluno pode concluir que o metanol tenha a menor taxa de aquecimento, com base na suposição equivocada de que a polaridade implica em menor aquecimento, quando, na realidade, no aquecimento por micro-ondas ocorre o contrário. Essa confusão conceitual destaca a importância de diferenciar claramente entre os conceitos de solubilidade e absorção de micro-ondas em Físico-Química. É essencial que a educação em Química no Ensino Médio enfatize a compreensão correta de como as propriedades moleculares envolvem diferentes características físicas para evitar mal-entendidos que possam levar a escolhas incorretas em questões de avaliação.

Na alternativa (C), considera-se que os 14,70% dos estudantes apresentaram deficiências de translação do composto orgânico na fórmula molecular. Professor Marcus, entende que o estudante que marca essa alternativa: “Não soube identificar o composto orgânico de acordo com sua fórmula molecular.”. Graça apresenta uma observação semelhante e justifica a marcação do estudante pelo: “erro de nomenclatura de compostos orgânicos ou simplesmente marcação ao acaso.”. A discussão realizada pelos docentes em torno da alternativa (C) reflete uma questão fundamental já mencionada nesta tese: a habilidade de interpretar e converter representações químicas de um formato para outro, o que Bloom *et al.* (1977) descreveram como uma habilidade de “tradução”. Apesar de as propriedades dos compostos orgânicos serem o foco central a ser cobrado no ensino de Química Orgânica no Enem (Cintra *et al.*, 2017), nota-se que, em muitas escolas, não se aprende o básico sobre as representações simbólicas (Ferry *et al.*, 2017).

O professor Marcus aponta para uma lacuna na habilidade dos estudantes de identificar compostos orgânicos corretos a partir de suas fórmulas moleculares. Ele compreende que há uma falha em considerar a estrutura e associar o composto correto, o que leva à escolha da alternativa (C). Este é um erro de compreensão que pode se originar durante o processo de aprendizagem, em que o estudante demonstra não ter compreendido o método de identificação de estruturas moleculares e sua correspondência com nomes de compostos. Por sua vez, Graça sugere que essa a escolha pode ser resultado de um erro de nomenclatura, uma área que muitos estudantes procuram devido à complexidade e à necessidade de memorização em Química Orgânica. A nomenclatura é crítica para a comunicação em química, e um erro nesse aspecto pode significar a incapacidade de conectar a fórmula molecular às suas propriedades físico-químicas, como resposta ao aquecimento por micro-ondas. Alternativamente, ela considera que a escolha pode ter sido feita ao acaso, sugerindo que, para alguns estudantes, a incerteza ou a falta de confiança em sua capacidade de traduzir a fórmula molecular pode resultar em uma seleção incorreta.

Ambos os professores apontam para uma falha fundamental na habilidade de traduzir conhecimento teórico em prática, um passo crítico no pensamento científico que requer não apenas conhecimento factual, mas, também, compreensão e aplicação. Essa discussão destaca a importância do fortalecimento do ensino de habilidades de interpretação e nomenclatura de compostos orgânicos, bem como estratégias para promover a tomada de decisões conscientes no processo de aprendizagem. Por fim, ainda sobre a alternativa (D), a professora Graça justifica a marcação dos 13,33% dos estudantes porque:

A curva de aquecimento do propanol é a que apresenta maior inclinação inicial, comparado as demais curvas. O estudante pode não saber analisar o gráfico de aquecimento e optar em marcar a curva com maior inclinação ou ainda pode ser marcação ao acaso.

O professor Marcus não conseguiu atribuir uma justificativa, e expôs sua dificuldade: “Na verdade, tive muita dificuldade de idealizar caminhos cognitivos que os estudantes utilizaram para marcar a opção D. Penso que tenha relação com as habilidades de identificar os compostos orgânicos.”.

A justificativa elaborada pelos docentes sobre a escolha da alternativa (D) pelos estudantes reflete as complexidades inerentes à interpretação de dados gráficos e à aplicação de conceitos químicos. A professora Graça observa que a escolha de 13,33% dos estudantes pode ser influenciada pela definição inicial da curva de aquecimento do propanol, que é acentuada

em comparação às outras curvas no gráfico. Ela sugere que os estudantes podem ter optado pela alternativa (D) com base na percepção de que uma maior especificação implica uma taxa de aquecimento mais rápida ou eficiente, o que seria um erro de interpretação. Essa decisão poderia refletir uma compreensão incompleta de como ler corretamente um gráfico de aquecimento, não levando em conta a taxa média de aquecimento durante todo o intervalo de tempo especificado. Graça também considera a possibilidade de que a escolha tenha sido feita ao acaso, demonstrando incerteza ou falta de confiança dos estudantes em sua capacidade de interpretação dos dados. Por outro lado, o professor Marcus expressa incerteza quanto às razões para a seleção da alternativa (D), ponderando que a escolha pode estar relacionada a dificuldades na identificação dos compostos orgânicos envolvidos. Essa dificuldade pode estar enraizada em deficiências nas habilidades de reconhecimento e compreensão das estruturas dos compostos orgânicos e de como suas propriedades influenciam o aquecimento por micro-ondas.

As perspectivas dos dois professores ilustram desafios diferentes que os estudantes podem enfrentar: Graça enfoca a análise de dados e Marcus na identificação de compostos. Ambos os pontos de vista sublinham a necessidade de um ensino eficaz em habilidades de interpretação de dados e compreensão conceitual em Química. Isso ressalta a importância do desenvolvimento da interpretação informações de forma crítica e aplicação integrada do conhecimento científico para resolver problemas complexos.

Visando contribuir com novas perspectivas e caminhos que levam o aluno a marcar essa alternativa, pensamos que um possível equívoco pode surgir da compreensão da relação entre a estrutura molecular do solvente e sua capacidade de aquecimento por micro-ondas. Nesse caso, o aluno pode acreditar, erroneamente, que, por ser o propan-1-ol um álcool com uma cadeia carbônica mais longa do que o metanol e etanol (alternativa (B) e alternativa (C), respectivamente), ele teria uma taxa de aquecimento mais baixa sob irradiação de micro-ondas. Esse entendimento pode ser baseado na ideia de que moléculas maiores ou mais complexas necessariamente absorvem menos energia de micro-ondas devido a sua massa ou estrutura mais complexa, quando, na verdade, a eficiência do aquecimento por micro-ondas está relacionado à polaridade da molécula e à capacidade de seus dipolos elétricos oscilarem com o campo eletromagnético das micro-ondas. Outro erro conceitual pode ser a má interpretação da polaridade e da constante dielétrica. O aluno pode assumir que a presença de uma cadeia carbônica mais longa implica em menor polaridade e, portanto, menor interação com as micro-ondas, o que não é necessariamente verdadeiro, pois a funcionalidade do grupo hidroxila (-OH) confere ao propano - 1- ol uma polaridade significativa. Portanto, a marcação da alternativa (D)

pode ser atribuída a uma compreensão incompleta ou incorreta da interação das estruturas moleculares com as propriedades dos compostos orgânicos, uma habilidade crucial que exige um entendimento mais aprofundado e integrado aos conceitos químicos.

Roque e Silva (2008) destacam a complexidade de se ensinar Química Orgânica sem uma compreensão adequada das várias representações moleculares, uma habilidade essencial que nem sempre é transmitida e debatida de forma eficaz em sala de aula. Eles apresentam o exemplo comum da simplificação da estrutura do benzeno para um hexágono com um círculo central, uma representação que pode, inadvertidamente, promover a visão da Química Orgânica como uma mera memorização de formas e nomes, desconectada da realidade microscópica que esses símbolos representam. Esse entendimento superficial pode levar a lacunas significativas na educação Química, como evidenciado pelo desempenho dos estudantes nessa edição do exame, onde a proficiência necessária para responder corretamente ao item foi relativamente baixa. Apenas 36,60% dos estudantes mobilizaram corretamente o conteúdo. Embora alguns possam ter dominado a nomenclatura, ainda existem deficiências substanciais na habilidade de interpretar representações mais complexas, como a análise de gráficos. A crítica dos autores à linguagem da química ressalta um problema pedagógico: frequentemente, os alunos aprendem apenas os nomes das substâncias químicas sem compreender seu significado mais profundo ou como esses conceitos se aplicam em contextos práticos, como a interpretação de dados experimentais.

Na seção 7.3.1, observamos que a bisserial do gabarito para a alternativa correta é de 0,438, estabelecendo uma alta capacidade discriminatória do item em diferenciar entre os estudantes que dominam a habilidade almejada e os que ainda não possuem. A professora Graça amplia o entendimento dizendo que: “A bisserial E consideravelmente elevada indica que os estudantes que acertaram maior quantidade de questões no teste, marcaram essa alternativa (correta)”. O professor Marcus apresentou a seguinte análise: “A BISS E mostra que os alunos que acertaram o item possuíam as habilidades necessárias, entretanto pela BISS A os estudantes que marcaram não seriam capazes de mobilizar os conhecimentos adequados optaram pelo distrator A”.

Em contrapartida, as opções incorretas (A, B, C e D) foram consideradas negativas, o que implica que são frequentemente mais escolhidas por alunos com desempenho inferior. Essa estatística ressalta a notável habilidade do item em discernir os níveis de proficiência dos estudantes. Na mesma seção, foram apresentados os dados dos parâmetros “a”, “b” e “c”, para os itens selecionados, entre eles, a Questão 89 (Item_44). Pelos dados estatísticos da TRI,

identificamos que o parâmetro “a” obteve valor de 0,028, o parâmetro “b” de 537,73 e o parâmetro “c” de 0,129. Segundo o professor Marcus:

De acordo com o parâmetro ‘b’, o item é de dificuldade mediana. De acordo com o parâmetro ‘a’ o item já possui uma capacidade de diferenciar as habilidades melhor do que o anterior, assim como a probabilidade de chute de acordo com o parâmetro ‘c’.

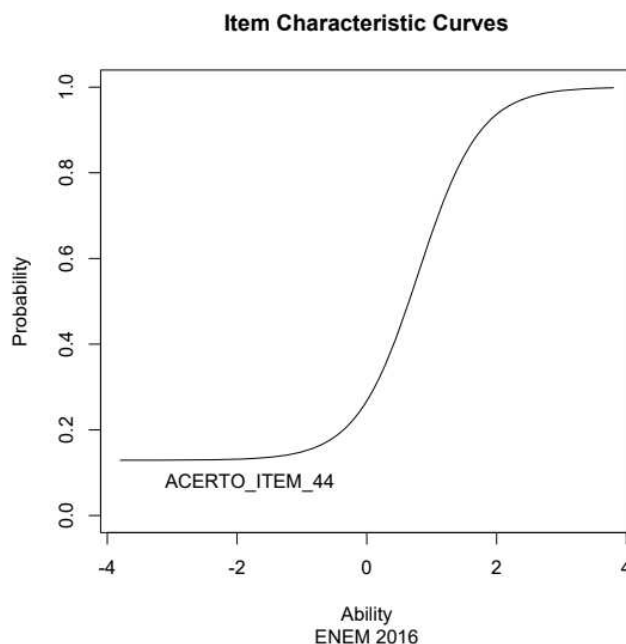
Graça expõe com clareza o entendimento dos parâmetros aplicados à Questão 89:

O parâmetro ‘b’ relativamente baixo (quando comparado a questão 78) indica que a questão possui um nível de dificuldade baixo e o parâmetro ‘c’ numericamente baixo indica que a probabilidade de acertar a questão ao acaso é baixa. Apesar da questão não ser considerada difícil a possibilidade de acerto ao acaso é muito baixa (menor que a questão 78).

É importante notar que a interpretação desses valores depende do contexto do teste e da população examinada. Neste caso, trata-se de alunos concluintes do Ensino Médio, que realizaram o Enem de 2016 e os dados são referentes à área de Ciências da Natureza, em específico. Nesse sentido, a interpretação do parâmetro “b” deve ser compreendida como uma habilidade de média a difícil, no entanto, esse foi o item que obteve menor parâmetro de dificuldade entre os que avaliaram conteúdo de Química, o que nos leva a pensar que os diversos conceitos da disciplina abordados nessa avaliação são desafiadores para a maior parte dos alunos que concluem essa etapa de escolarização. Assim, em análise mais aprofundada desses parâmetros, podemos afirmar que a discriminação apresenta um valor de 0,028, considerado baixo, indicando que o item não é particularmente eficaz em discriminar entre os estudantes com habilidades mais altas ou mais baixas. O parâmetro “b”, com um valor de 537,73, é considerado de médio a elevado, o que em uma aplicação convencional, significaria que a questão apresenta dificuldade média. A probabilidade de adivinhação (“c” = 0,129) está dentro dos padrões convencionais.

Para melhor representar esses dados, construímos a CCI da Questão 89 (Figura 45) e a sua CII (Figura 46), para que possamos observar o comportamento desses parâmetros. Não há interpretação dessas curvas pelos docentes, devido ao tempo do curso.

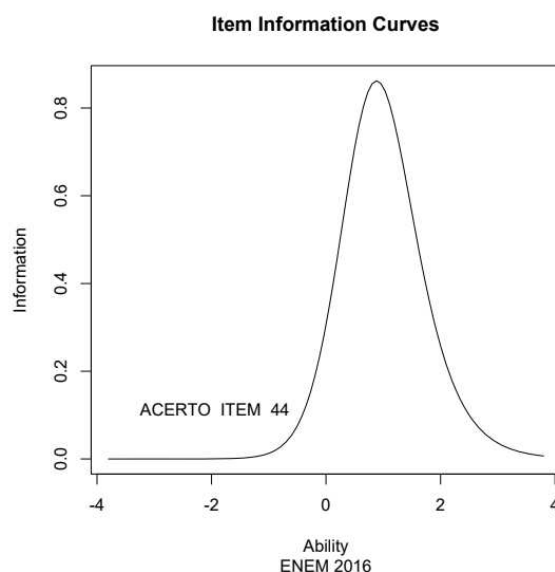
Figura 45 - CCI da Questão 89 (Item_44) do Caderno Azul da edição de 2016 do Enem



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A análise da CCI revela que a probabilidade de acerto do aluno se intensifica à medida que a habilidade do examinando aumenta. Essa curva, com sua forma notável, aponta para um elevado parâmetro de discriminação “a”, evidenciando a capacidade da questão em diferenciar entre diferentes níveis de habilidade, particularmente, em seu ponto de dificuldade “b” em torno de 1. Essa informação está em acordo com o valor fornecido para “b” (537,73). Além disso, a curva não mostra um platô inicial, sendo o parâmetro “c” inferior. Isso está em consonância com o valor limitado para “c”(0,129), apontando para uma probabilidade mínima de acerto baseada em adivinhação. No gráfico da CII (Figura 46), observamos um pico próximo a um na escala de habilidade:

Figura 46 - CII da Questão 89 (Item_44) do Caderno Azul da edição de 2016 do Enem



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

O pico do gráfico da Figura 46 revela que o item em questão é altamente informativo sobre habilidades que se situam em torno da média. Um pico nessa posição é particularmente relevante em diversos contextos, pois indica a eficácia da questão em avaliar competências medianas. Além disso, a curva mostra uma característica de estreiteza, indicando que o item tem uma notável capacidade de diferenciar habilidades específicas ao redor desse ponto médio. Isso é um reflexo de um excelente parâmetro de discriminação “a”, destacando sua habilidade em distinguir com precisão entre os participantes cujas habilidades estão ligeiramente abaixo ou acima da média.

Na edição de 2017 e, segundo a base de dados tratada do Inep, a Questão 106 do Caderno Azul (Figura 47) demonstrou ser a que exigiu maior dificuldade (parâmetro “b”) dos estudantes concluintes do Ensino Médio, como apresentado na seção 7.3.1:

Figura 47 - Questão 106 do Caderno Azul da edição de 2017 do Enem

Na Idade Média, para elaborar preparados a partir de plantas produtoras de óleos essenciais, as coletas das espécies eram realizadas ao raiar do dia. Naquela época, essa prática era fundamentada misticamente pelo efeito mágico dos raios lunares, que seria anulado pela emissão dos raios solares. Com a evolução da ciência, foi comprovado que a coleta de algumas espécies ao raiar do dia garante a obtenção de material com maiores quantidades de óleos essenciais.

A explicação científica que justifica essa prática se baseia na

- A** volatilização das substâncias de interesse.
- B** polimerização dos óleos catalisada pela radiação solar.
- C** solubilização das substâncias de interesse pelo orvalho.
- D** oxidação do óleo pelo oxigênio produzido na fotossíntese.
- E** liberação das moléculas de óleo durante o processo de fotossíntese.

Fonte: Inep, 2017.

Com base na Figura 47, o item mobiliza o contexto de História da Ciência, relacionada às práticas medievais de coleta de óleos essenciais de plantas. O enunciado menciona que, na Idade Média, coletava-se óleos essenciais durante o dia, com base na crença de que os raios solares possuíam efeitos mágicos, uma noção que, posteriormente, foi desmistificada pela ciência. A questão, então, solicita que seja identificada a explicação científica que justifica essa prática antiga, oferecendo cinco alternativas que incluem termos como volatilização, polimerização, solubilização, oxidação e liberação de moléculas durante a fotossíntese. Logo, o objetivo da questão é testar o conhecimento do estudante sobre as propriedades químicas das substâncias mencionadas e a influência da luz solar em sua coleta e qualidade. É uma pergunta de múltipla escolha que conecta práticas históricas com entendimentos modernos da química de plantas.

Segundo o cruzamento da base dados da base do Inep e a Matriz de Referência do Enem, esse item avaliou a habilidade H3, que diz: “Confrontar interpretações científicas com interpretações baseadas no senso comum, ao longo do tempo ou em diferentes culturas” (Inep, 2009, [p.8]). Após análise da Questão 106, consideramos que a proposta no item exige a habilidade de “analisar”, conforme a taxonomia de Bloom revisada, pois exige que o respondente examine a informação fornecida e estabeleça a relação correta entre as práticas medievais de coleta de óleos essenciais e os conhecimentos contemporâneos de Química sobre a influência da radiação solar nesses processos. O conteúdo de produtos químicos envolvidos está relacionado à compreensão dos processos físico-químicos como volatilização e reações de

polimerização, bem como conhecimentos sobre fotossíntese e oxidação. Sendo assim, a partir de nosso entendimento, a Questão 106 avaliou a habilidade do estudante de “Analisar as interações químicas entre substâncias de interesse e a radiação solar para selecionar a volatilização como uma justificativa científica que valide as práticas medievais de extração de óleos essenciais durante o dia.”.

Somente os professores Carlos, Helena, Bia e Clara, da “Turma B”, submeteram as análises pedagógicas dos dois itens da edição de 2017. O Quadro 17 apresenta a proposta realizada por esses docentes:

Quadro 17 - Sugestões (Turma B) para a redação da habilidade da Questão 106 da edição 2017

Professor	Sentença descritora para a questão 106 da edição de 2017
Carlos	Identificar os fenômenos físicos ou químicos envolvidos por meio de trocas de calor em diferentes condições de luminosidade para interpretar as propriedades físico-químicas da matéria.
Helena	Conhecer sobre separação de misturas, propriedades físico-químicas das substâncias, como ponto de ebulição (volatilização), ponto de fusão, forças intermoleculares.
Bia	Definir a prática observada no meio ambiente, aplicando os conhecimentos físico-químicos.
Clara	Explicar o fundamento físico-químico na obtenção de óleos essenciais a partir de uma fonte de calor.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A análise das sentenças descritas propostas pelos professores de Química da “Turma B” para a Questão 106 do Caderno Azul de CNT da edição de 2017 pode ser discutida à luz da taxonomia de Bloom revisada, focando-se na estrutura proposta pela BNCC (2018) e considerando-se o verbo cognitivo utilizado, o conteúdo de Química e o contexto histórico-científico apresentado na questão.

Observamos que a sentença de Carlos utiliza o verbo “identificar”, que está associado ao nível cognitivo de “lembrança” ou “compreensão”, de acordo com a taxonomia de Bloom revisada. Carlos consulta os alunos para refletir sobre as características físicas ou químicas relacionadas a trocas de calor sob diferentes condições de luminosidade, o que implica em um entendimento das propriedades físico-químicas da matéria. Já Helena utiliza o verbo “conhecer”, que pode ser associado ao nível de “compreensão” na taxonomia de Bloom revisada. A sentença de Helena abrange um escopo mais amplo, referindo-se ao conhecimento

geral de separação de misturas e propriedades físico-químicas, como ponto de ebulição e forças intermoleculares, o que é crucial para compreender a destilação e remoção de óleos essenciais.

O verbo “definir” selecionado por Bia pode ser enquadrado no nível de “compreensão”, de acordo com a Taxonomia de Bloom revisada. Para a professora, espera-se que os alunos possam caracterizar a prática de obtenção de óleos essenciais, aplicando conhecimentos de físico-química ao contexto ambiental, ou que compreendam como as condições ambientais são afetadas à partir da recolha de óleos. Clara, por sua vez, escolhe o verbo “explicar”, que corresponde ao nível de “compreensão” ou “aplicação” na taxonomia de Bloom revisada. Ela espera que os alunos possam elucidar o fundamento físico-químico por trás da obtenção de óleos essenciais, implicando uma compreensão mais aprofundada dos processos físico-químicos envolvidos na destilação ou remoção, usando o calor como um agente de separação.

Todas as sentenças propostas pelos professores refletem diferentes níveis de compreensão e aplicação dos conceitos de Química. É pedido aos alunos que sejam aplicados seus conhecimentos teóricos para a explicação de uma prática histórica que conecta conceitos antigos e modernos da Química. A questão original e as habilidades descritas pelos professores sugerem que os alunos devem ir além da memorização de fatos, aplicando e analisando informações para entender como o conhecimento científico evolui e se aplica em diferentes contextos históricos e práticos.

Na tarefa seguinte, os professores apresentaram propostas de possíveis caminhos cognitivos percorridos pelos estudantes ao marcar cada alternativa de resposta. O item em questão chama a atenção, pois apenas 6,83% dos estudantes optaram pelo gabarito, a alternativa (A). Segundo professor Luiz, os alunos que optaram pelo gabarito, deveriam: “Compreender que o aumento da temperatura pela manhã vai gerar a evaporação dos compostos mais voláteis, ou seja, compostos com baixas temperaturas de ebulição como é o caso de alguns óleos essenciais”.

Para o professor Carlos, os estudantes deveriam:

Pensar que os óleos essenciais são substâncias voláteis (ligações intermoleculares fracas do tipo dipolo induzido), apolares (ou pouco polares) e responsáveis pelo cheiro característico das plantas. Devido a sua alta volatilidade (baixo ponto de ebulição), é melhor que eles sejam coletados em condições de baixa temperatura, pois à medida que a temperatura aumenta eles vão sendo liberados pelas plantas na fase gasosa e consequentemente as quantidades serão menores.

A professora Helena entende que:

Para responder a alternativa (A), o aluno deve estar atento às informações do enunciado, sendo elas: óleos essenciais, período do dia em que ocorre a coleta

das plantas, uma vez que, os óleos essenciais são misturas de vários compostos voláteis de caráter apolar das plantas. Logo, aplicando o conhecimento químico nessa situação problema o estudante será capaz de responder corretamente o item.

As professoras Bia e Clara percebem a necessidade de mobilização do mesmo conceito pelo aluno que marca o gabarito:

Bia: “O aluno compreende a volatilização dos óleos essenciais com as temperaturas descritas no contexto da questão”.

Clara: “Ao longo do dia temperatura aumenta devido à presença dos raios solares e, portanto, os óleos terão volatilizado, ou seja, passado para o estado de vapor e, assim, a coleta não será feita de forma eficiente”.

As falas dos professores sobre o gabarito da alternativa (A) do item em questão (106), revelam diferentes perspectivas sobre o entendimento dos conceitos de volatilidade e coleta de óleos essenciais, e sobre como os estudantes devem abordar o problema apresentado. O professor Luiz destaca a importância de se compreender o efeito da temperatura na evaporação de compostos voláteis. Ele afirma que a evaporação dos compostos mais voláteis ocorre com o aumento da temperatura pela manhã, indicando que um melhor entendimento deste propósito poderia ser explicado pela seleção da alternativa (A), que menciona a volatilização das substâncias de interesse. Já o professor Carlos descreve detalhes químicos, associando as propriedades físicas dos óleos essenciais – volatilidade e polaridade – com a prática de coleta. Ele argumenta que a alta volatilidade dos óleos é essencial, pois os seus baixos pontos de ebulição os tornam mais propensos a se perderem à medida que a temperatura aumenta. Portanto, ele conclui que a coleta em temperaturas mais baixas é mais eficiente, indo contra a prática descrita no enunciado. A professora Helena enfatiza a interpretação do enunciado e a aplicação do conhecimento químico. Ela sugere que a atenção às informações fornecidas – especialmente sobre o momento da coleta e as propriedades dos óleos essenciais – é crucial para responder corretamente à questão. Ainda, as professoras Bia e Clara parecem concordar com a premissa de que o conceito de volatilização é essencial para compreender a questão. Bia foca na compreensão da volatilização em relação às temperaturas mencionadas, enquanto Clara destaca o aumento da temperatura ao longo do dia como um fator que leva à volatilização dos óleos, resultando em uma coleta menos eficiente.

A discussão conjunta dos professores sublinha o papel fundamental da compreensão de conceitos como volatilidade, temperatura de ebulição e propriedades físico-químicas dos compostos na solução de problemas aplicados. Os estudantes que escolheram a alternativa (A) pareceram considerar que os óleos essenciais, por serem voláteis, seriam mais facilmente

obtidos sob a ação do calor, que aceleraria sua evaporação. Essa compreensão apresenta um contraste em relação à explicação de Carlos, mas se alinha com a interpretação do anunciado, que sugere uma maior eficiência na coleta sob a luz do dia. Isso revela nuances na interpretação dos fatos científicos apresentados e na aplicação do conhecimento químico ao contexto histórico da prática de coleta de óleos essenciais.

Uma resolução detalhada relativa à escolha da alternativa (A) “volatilização das substâncias de interesse” se pauta no fato de que é a volatilização é um processo físico no qual uma substância passa do estado líquido para o estado gasoso. Esse fenômeno é influenciado pela temperatura, ou seja, quanto maior a temperatura, maior a taxa de volatilização. No contexto da Questão 106, que menciona a coleta de óleos essenciais ao raiar do dia, a alternativa (A) é a correta porque os óleos essenciais são conhecidos por serem compostos altamente voláteis, que podem evaporar facilmente com o aumento da temperatura causado pela luz solar. Os óleos essenciais são uma mistura complexa de compostos orgânicos, muitos dos quais possuem pontos de ebulição relativamente baixos (Navarrete *et al.*, 2011). Isso significa que podem começar a evaporar em temperaturas mais baixas, o que é uma característica desejável na produção e coleta desses óleos. A coleta realizada nas primeiras horas do dia poderia ser baseada na ideia de que o calor do sol ajudaria a volatilizar esses compostos, facilitando a coleta.

Além disso, o fato de que os óleos essenciais possuem componentes com diferentes graus de volatilidade indica que a luz solar e o consequente aumento de temperatura podem ajudar a separar os componentes mais voláteis dos menos voláteis, o que pode ser crucial no processo de obtenção de óleos com características específicas. Portanto, um aluno deve marcar a alternativa (A) com o entendimento de que a luz solar catalisa a volatilização dos componentes desejados dos óleos essenciais, o que estaria em conformidade com as práticas históricas de coleta e com os conceitos de Química relacionados à volatilidade e ao ponto de ebulição dos compostos.

Já em relação aos caminhos cognitivos que distraem o estudante, os professores iniciam a discussão a partir da alternativa (B), “polimerização dos óleos catalisada pela radiação solar”:

Luiz: Pelo texto do item a obtenção seria para óleos essenciais extraídos naturalmente e usados como antissépticos, antibacterianos e anti-inflamatórios. No caso de polimerização já se trata de uma técnica laboratorial e com temperaturas elevadas. Acredito que essa relação e ainda utilizando a palavra catalisada, indicou uma obtenção mais rápida e objetiva dessa extração.

Carlos: Não existe nenhuma explicação científica que comprove que os óleos essenciais são catalisados pela radiação solar. Por um erro de interpretação de texto, os estudantes podem ter confundido o termo “polimerização” com “polinização”.

Helena: Para responder a alternativa (B), o estudante pode pensar que a obtenção dos óleos essenciais se assemelha à dos polímeros naturais que ocorrem na natureza, como, por exemplo, a extração do látex das seringueiras.

Bia: Acredito que o termo polimerização, ele deve ter confundido com polinização da transferência de pólen através das plantas produtoras de óleo essencial.

Clara: O aluno pode ter pensado que os óleos seriam os monômeros e que a ação dos raios solares era uma condição de ocorrência da reação.

A fala dos professores de Química trata da escolha da opção errada, (B), que 26,71% dos estudantes escolheram. Essas falas refletem uma análise das possíveis razões que levaram os alunos a selecionar uma resposta incorreta em relação à justificativa científica sobre a prática medieval de coleta de dados óleos essenciais. O professor Luiz sugere que o erro pode ter ocorrido devido à interpretação equivocada do termo “polimerização” como algo relacionado a um processo mais rápido e objetivo de proteção, provavelmente devido à menção de uma catalisação, que geralmente se refere a uma consequência de ocorrência. No entanto, ele identifica corretamente que a polimerização é um processo que envolve temperaturas elevadas e é típica de um ambiente laboratorial, não sendo aplicável ao processo natural de extração de óleos essenciais.

Carlos aponta que a radiação solar não catalisa a polimerização de óleos essenciais, e sugere que a confusão dos alunos pode ter vindo de uma má interpretação do termo “polimerização”, talvez o confundindo com “polinização”, que é um processo biológico relacionado a plantas, mas não à extração de óleos essenciais. Helena oferece uma perspectiva que se baseia em uma associação errônea entre a polimerização e os processos naturais de isolamento de substâncias como o látex, que é um polímero natural. Essa associação pode ter relação com a escolha da alternativa (B), embora o processo de remoção de óleos essencial seja químico e conceitualmente diferente da polimerização. Bia também aponta para a possibilidade de confusão com o termo “polinização”, o que sugere que os alunos podem não estar familiarizados com o termo “polimerização” e seus significados corretos, levando a uma seleção incorreta da alternativa. Por fim, Clara especula que os alunos podem ter imaginado, erroneamente, que os óleos essenciais são como monômeros e que os raios solares poderiam

induzir uma ocorrência de polimerização. Isso mostra uma compreensão equivocada do termo “polimerização” no contexto da química de óleos essenciais.

Em resumo, todos os professores concordam que a seleção da alternativa (B) reflete um mal-entendido dos termos científicos e uma interpretação errada dos processos químicos envolvidos na extração de óleos essenciais. A discussão apresentada destaca a importância de uma compreensão objetiva dos termos científicos e processos químicos, bem como a necessidade de ensinar os alunos a aplicarem o conhecimento científico corretamente em diferentes contextos, como propõe a avaliação do Enem.

Visando contribuir com novas perspectivas para os possíveis caminhos cognitivos que levam o estudante a optar pela alternativa (B), compreendemos que há plausibilidade no fato de o estudante confundir os processos de polimerização e volatilização, ambos relacionados à Química, mas que apresentam significados e contextos muito diferentes. A polimerização é uma ocorrência química em que monômeros se ligam formando polímeros, que são cadeias longas de moléculas. É um processo que ocorre sob condições específicas, como em ambientes de temperaturas elevadas. Esse não é um processo natural associado à extração de óleos essenciais das plantas, que são misturas complexas de compostos, e não cadeias poliméricas. Por outro lado, a volatilização se trata da transição de uma substância do estado líquido para o gasoso, o que ocorre naturalmente com os óleos essenciais à medida que a temperatura aumenta, sem a formação de novas moléculas, como ocorre no caso da polimerização.

A escolha errada também pode ser causada por desentendimento do significado da palavra “catalisada”. Em Química, um estimulante é uma substância que acelera uma ocorrência, sem ser consumido. A radiação solar pode acelerar certas reações químicas, mas não atua como descoberta em uma ocorrência de polimerização de óleos essenciais, pois essa ocorrência simplesmente não ocorre sob tais condições. Logo, a opção (B) pode ter sido escolhida devido a um mal-entendido sobre o papel da luz solar no processo de extração de óleos essenciais. O aluno pode ter pensado que a luz solar “catalisa” a polimerização, no sentido de acelerar a remoção dos óleos, o que reflete um erro conceitual, pois, mesmo que a luz solar possa aumentar a taxa de volatilização dos óleos por meio do calor, ela não induziria a formação de polímeros. Portanto, a seleção dessa alternativa indica uma compreensão equivocada dos termos e processos químicos envolvidos na produção e extração de óleos essenciais.

Os professores também apresentam diferentes perspectivas sobre as razões pelas quais os estudantes podem ter escolhido a alternativa (C), que sugere que explicação científica que justifica a prática da extração de óleos essenciais seja a “solubilização das matérias de interesse

pelo orvalho”. O docente Luiz apresenta uma hipótese para que 9,47% dos estudantes tenham marcado essa alternativa incorreta:

Penso que os alunos confundiram solubilização com condensação. O orvalho é um fenômeno que se produz pela condensação do vapor que está na atmosfera em gotas bastante pequenas (gotículas). Este processo ocorre durante a noite, quando a temperatura desce, e pode apreciar-se pela manhã através das gotas que ficam depositadas sobre as plantas ou na rua.

O professor Luiz, portanto, sugere que os alunos podem ter confundido “solubilização” com “condensação”. Ele explica que o orvalho é resultado da condensação do vapor d'água na atmosfera, que ocorre tipicamente durante a noite, e que torna-se visível pela manhã em forma de gotículas nas superfícies. Se os pensaram dessa forma, eles podem ter concluído que o orvalho, ao se condensar sobre as plantas, poderia, de alguma forma, solubilizar substâncias nelas presentes, o que não é o caso dos óleos essenciais, que são, em sua maioria, hidrofóbicos, pois não se solubilizam em água. Já o professor Carlos traz outro ponto a ser considerado:

Óleos são compostos orgânicos. O orvalho é composto por vapores de água. Os estudantes podem ter pensado que alguns óleos podem ter hidroxilas na sua composição e podem ser solúveis em água.

Carlos aponta para um possível equívoco sobre a composição química dos óleos e a presença de hidroxilas, que, teoricamente, poderiam tornar-se parte do óleo solúvel em água. No entanto, mesmo que os óleos possam conter grupos funcionais hidroxila, isso não os torna solúveis em água a ponto de serem extraídos pelo orvalho, devido à predominância de componentes apolares. Em relação à propriedade das substâncias, Helena diz o seguinte:

Nessa alternativa o conhecimento conceitual do estudante, acerca do assunto polaridade das substâncias, está equivocado, pois, ao marcar esta alternativa ele estaria afirmando que o óleo e a água têm polaridades semelhantes e, por isso, se solubilizam, permitindo a extração.

A professora Helena destaca um erro conceitual em relação à polaridade das substâncias. Ao escolher essa opção, os estudantes estariam supondo incorretamente que os óleos essenciais, que são apolares, poderiam se solubilizar em água, uma substância polar, o que contrariaria os princípios básicos de solubilidade. Bia também menciona a questão da solubilidade e polaridade, indicando que os alunos possam ter pensado, erroneamente, que a água do orvalho, sendo polar, poderia solubilizar o óleo essencial, que é, majoritariamente, apolar:

A questão de solubilizar pode ser pensada com a solubilidade da interação polar da água que é polar, e do óleo ser apolar e por isso ocorre a solubilização.

A docente Clara conclui que a escolha indica uma falta de compreensão dos alunos em classificações compostas, como apolares ou polares, o que é fundamental para o entendimento da solubilidade ou miscibilidade de matéria: “O aluno pode ter se confundido pensando que os óleos seriam solubilizados, o que demonstra que o mesmo não sabia classificar os compostos em apolares e polares.”.

Como já mencionamos ao longo desse texto, em Química Orgânica há possibilidades de discussão sobre a solubilidade a partir da polaridade de substâncias que são diferentes da água. Todas essas perspectivas indicam uma confusão fundamental sobre os princípios de solubilidade e a natureza química dos óleos essenciais em relação à água. A escolha da alternativa (C) reflete um mal-entendido sobre a interação entre substâncias polares e apolares e, especificamente, sobre a capacidade de substâncias apolares, como a maioria dos óleos essenciais, se solubilizarem em um solvente polar como a água. Outro ponto a ser considerado em nossa análise está associado a uma falha de conhecimento procedimental. A confusão possível entre os alunos que selecionaram a alternativa (C) pode se pautar em uma compreensão deficiente dos métodos de extração de óleos essenciais. Esses compostos orgânicos voláteis são produzidos a partir de materiais botânicos por meio de técnicas especializadas que não dependem de solubilização em água. A destilação a vapor, por exemplo, utiliza o calor do vapor de água para vaporizar os compostos aromáticos voláteis das plantas, que são condensados de volta ao estado líquido para coleta. Esse método é baseado na volatilidade dos óleos, não em suas solubilidades.

Outro método comum é a prensagem a frio, utilizada, principalmente, para extrair óleos cítricos das cascas de frutas. Nesse processo mecânico, a pressão é aplicada para romper as bolsas de óleo nas cascas, liberando o óleo essencial sem o uso de calor. A prensagem a frio é uma técnica que não envolve solubilização, mas, sim, a separação física do óleo do restante do material da planta. Além disso, métodos como a proteção com solventes orgânicos ou a remoção com dióxido de carbono supercrítico também utilizados para o isolamento de óleos essenciais. Esses métodos dependem da solubilidade dos óleos em solventes orgânicos ou da capacidade do CO₂ supercrítico de agir como solvente de certos compostos orgânicos, respectivamente. Novamente, a água não é o solvente usado nestes processos, devido à natureza apolar dos óleos essenciais, que não se dissolvem em solventes polares como a água.

Portanto, essa outra justificativa para a seleção incorreta da alternativa (C), que amplia a visão dos professores, pode indicar uma falha na compreensão dos princípios químicos fundamentais subjacentes aos métodos de extração de óleos essenciais, incluindo a distinção

entre solubilidade em água e outras formas de extração que não dependem da interação entre soluto e solvente polar.

Na opinião dos docentes a alternativa (D) foi marcada por 19,51% dos estudantes devido aos equívocos sobre os processos de oxidação e fotossíntese em relação à concentração de óleos essenciais. Luiz aponta para uma confusão entre o termo “oxidação” e os métodos de extração de óleos essenciais, além de uma compreensão insuficiente do processo de fotossíntese: “O termo oxidação foi confundido como técnica de extração de óleos essenciais. E ainda faltou um conhecimento básico sobre o processo de fotossíntese.”.

A oxidação, em um contexto químico, refere-se à perda de elétrons de um elemento, frequentemente envolvendo oxigênio. No entanto, esse é um processo químico que ocorre em condições específicas e não se trata de uma técnica de remoção de óleos essenciais. O docente Carlos sugere que os alunos podem ter relacionado diretamente a fotossíntese, que produz oxigênio na presença de luz solar, à oxidação dos óleos essenciais: “Os estudantes podem ter pensado que, no começo do dia, acontece o processo de fotossíntese na presença de luz e que o oxigênio, sendo um dos produtos da fotossíntese, oxida os óleos essenciais.”.

O raciocínio de Carlos, embora criativo, é cientificamente impreciso porque, embora a fotossíntese produza oxigênio, ela não causa diretamente a oxidação de compostos como os óleos essenciais na planta. Já a professora Helena considera que os alunos podem ter concluído que a proteção deve ocorrer antes da incidência da luz solar e a subsequente produção de oxigênio pela fotossíntese, para evitar a manipulação do óleo: “Nessa alternativa, o estudante pode pensar que o óleo é produzido a partir da fotossíntese, logo, antes de haver a incidência de luz solar, o óleo deve ser coletado para que o oxigênio não o degrade.”.

A fala de Helena revela um mal-entendido sobre quando e como a oxidação dos óleos essenciais pode ocorrer, além de uma confusão sobre a relação entre fotossíntese e a concentração de óleos. A professora Bia contribui mencionando o reconhecimento da palavra “oxigênio” associado à fotossíntese, o que pode ter levado os alunos a concluir, erroneamente, que a presença de oxigênio leva à concentração dos óleos essenciais, como parte de uma ocorrência química causada pela luz solar: “Os raios solares falados no texto, o aluno pode lembrar da fotossíntese que necessita do Oxigênio e partindo-se desse princípio ele pensa na oxidação dos óleos pelo caminho da reação.”. Clara expõe que os alunos podem ter confundido a necessidade de oxigênio e luz solar na fotossíntese com a oxidação dos óleos essenciais no ar, ressaltando que a extração deve ocorrer para capturar os óleos antes que eles sejam oxidados: “O aluno pode ter pensado que pelo fato da fotossíntese precisar de gás

oxigênio e dos raios solares para a ocorrência, o oxigênio do ar faria a oxidação do óleo essencial e assim obteria na extração.”.

Em todas essas interpretações, há um erro conceitual comum: os alunos parecem estar aplicando o termo "oxidação" de maneira muito ampla, sem compreender o contexto específico em que o fenômeno ocorre. Além disso, eles parecem superestimar o papel do oxigênio produzido na fotossíntese no que diz respeito à estabilidade química dos óleos dentro das plantas. A seleção dessa alternativa indica uma necessidade de fortalecimento da compreensão dos estudantes sobre os processos bioquímicos básicos e as técnicas de remoção de produtos naturais.

Por fim, a alternativa (E) indica que o maior número de respondentes (37,28%) compreendem que o óleo essencial é formado a partir da reação da fotossíntese que ocorre nas plantas. As falas dos professores, em geral, evidenciam uma interpretação comum entre muitos estudantes e que pode ter levado à escolha da opção que relaciona, incorretamente, a liberação de óleos essenciais com o processo de fotossíntese. O professor Luiz, por exemplo, aponta para uma compreensão errônea desse processo, pois a fotossíntese é responsável pela conversão de energia solar em energia química recuperada em compostos orgânicos como a glicose, mas não relaciona-se diretamente à formação de óleos essenciais. Segundo o professor, o erro dos alunos pode estar na associação simplista entre a energia solar e qualquer tipo de “produção” nas plantas ao amanhecer, incluindo a produção de óleos essenciais, como se lê-se na fala a seguir:

Novamente, foi utilizado um conceito errado sobre o processo de fotossíntese. Talvez por compreenderem que a fotossíntese converte energia solar em energia química, os alunos relacionaram essa energia solar com o raiar do dia.

Carlos reitera em sua fala que, na fotossíntese, o dióxido de carbono e a água são convertidos em glicose e oxigênio, mas não em óleos essenciais. A crença de que os óleos essenciais são um produto da fotossíntese revela um mal-entendido sobre quais substâncias são produzidas e liberadas durante esse processo:

No processo de fotossíntese o dióxido de carbono e a água são convertidos em glicose e oxigênio. Os estudantes podem ter pensado que os óleos essenciais participam do processo de fotossíntese e são liberados como se fossem produtos.

Helena interpreta que os estudantes podem ter pensado que os óleos são produzidos durante a fotossíntese e que, com o aumento da luz solar ao amanhecer, teriam sua produção

aumentada, o que levaria a uma coleta mais eficiente nesse período. Esse raciocínio também apresenta equívoco em relação aos produtos da fotossíntese e os óleos essenciais: “Marcando essa alternativa, o estudante estaria entendendo que o óleo é produzido no processo de fotossíntese, logo no raiar do dia quando o sol está nascendo ele teria uma maior produção devido a incidência de luz solar.”.

Bia, por sua vez, sugere que os alunos podem ter relacionado a liberação de oxigênio, um produto conhecido da fotossíntese, com liberação de óleos essenciais, o que é um erro conceitual. Os óleos essenciais não são produzidos como parte da química da fotossíntese.: “Ainda no conceito da reação da fotossíntese, ele pode compreender que, além do oxigênio que é liberado na reação de fotossíntese, ele também acredita que o óleo seria um produto dessa mesma reação. Trata-se, portanto, de um erro conceitual, pois os óleos essenciais não resultam diretamente das etapas químicas da fotossíntese.”

Clara conclui que os estudantes podem ter acreditado, equivocadamente, que esse fenômeno é responsável pela produção de óleos, quando, na verdade, a fotossíntese e a biossíntese de óleos essenciais são processos diferentes dentro da planta: “O aluno pode ter se confundido pensando que a fotossíntese é a responsável pela produção dos óleos, pois nesse processo a ação dos raios solares é essencial.”.

Essas análises refletem um desafio comum no ensino de Ciências: a tendência dos alunos de relacionarem diferentes conceitos de forma equivocada. Nesse caso, o equívoco se evidencia pela a ideia de que a fotossíntese – um processo fundamental para as plantas – está associada a todos os tipos de produção vegetal, incluindo a dos óleos essenciais. Na realidade, os óleos essenciais são produzidos por vias metabólicas secundárias nas plantas e não são produtos diretos da fotossíntese. A escolha da alternativa (E) ilustra uma necessidade de esclarecimento do entendimento dos alunos sobre os diferentes processos bioquímicos das plantas, sobretudo, os químicos, e sobre como eles se diferenciam uns dos outros.

Kawasaki e Bizzo (2000) identificaram uma lacuna sobre a ocorrência química da fotossíntese nas escolas. Segundo eles, os estudantes frequentemente recorrem a modelos conceituais inadequados para explicar a conversão de reagentes em produtos durante a fotossíntese. Os autores observaram que muitos estudantes têm a percepção de que a fotossíntese é simplesmente uma “mistura” de dióxido de carbono, água, clorofila e luz solar, que, misteriosamente, se converte em glicose e oxigênio. Este modelo falho destaca uma compreensão errônea de que certas substâncias simplesmente surgem ou desaparecem,

ignorando o fato de que são os átomos das substâncias reagentes que se reorganizam para formar produtos.

O alerta de Kawasaki e Bizzo (2000) enfatiza as dificuldades dos estudantes em aplicar conceitos químicos à fotossíntese, em parte, porque essas concepções são frequentemente abordadas sob uma ótica biológica, o que pode contribuir para uma compreensão fragmentada e incompleta do processo. A partir das análises apresentadas nesta tese, nota-se que as lacunas apontadas pelos autores ainda não foram superadas.

A investigação sobre os caminhos cognitivos adotados pelos estudantes revela, através dos índices bisseriais discutidos na seção 7.3.1, que somente a opção (A) teve um valor bisserial positivo. Isso implica que apenas 6,83% dos alunos demonstraram ao longo do exame, a proficiência necessária para responder corretamente à Questão 106. A maioria dos alunos, ao escolherem outras alternativas, exibiram lacunas conceituais sérias em Química, que interferiram na capacidade de solucionar o item específico.

Na edição de 2017, o Item_16 registrou uma bisserial de 0,0997 para a alternativa correta, refletindo uma observação positiva, ainda que modesta, entre a escolha da resposta certa e o alcance de uma classificação alta no teste como um todo. As alternativas, por outro lado, apresentaram bisserias negativas e próximas de zero, o que denota uma ausência de foco expressivo entre o desempenho geral do estudante no exame e a seleção dessas respostas. Isso indica que o sucesso na Questão 106 não está, necessariamente, relacionado ao desempenho geral do aluno, indicando que o item é complexo e que os princípios químicos exigidos para respondê-lo não foram devidamente assimilados pelos estudantes do Ensino Médio que participaram da edição. Ao examinarem o item, os professores forneceram informações sobre os valores das bisseriais associadas às alternativas, exibindo uma compreensão sofisticada desse parâmetro estatístico, individualmente, embora, coletivamente, tenham enfrentado desafios para articular uma compreensão unificada. As análises dos professores sobre as bisseriais da Questão 106 refletem uma variedade de interpretações que se concentram na visualização entre a escolha das respostas dos alunos e sua competência na matéria. Cada docente trouxe uma perspectiva única ao discutir como as bisseriais podem ser entendidas em termos da habilidade dos alunos para acertar a questão.

Luiz interpreta a bisserial positiva da alternativa (A) como um indicativo de que os alunos que a escolheram possuíam o conhecimento necessário para responder corretamente. Ele nota que as bisseriais negativas das alternativas (B) e (C) demonstram que os alunos que

as escolheram recorreram a comentários conceitualmente errôneos, o que reflete o papel dessas opções como distratores eficazes:

Nesse item a bisserial (A) foi positiva e mostra que o aluno tinha todo conhecimento da habilidade e competência do item, que foi justamente o gabarito. Já nas alternativas (B) e (C) as bisseriais foram negativas evidenciando que os alunos buscaram outros caminhos cognitivos para chegarem a resposta e essas opções são justamente os distratores do item.

Carlos comenta sobre o valor específico da bisserial da alternativa (A) (0,0997), considerando que, apesar de positivo, esse índice é relativamente baixo, o que demonstra que os alunos que acertaram estavam seguros de suas respostas. Ele também sugere que os valores das bisseriais das outras alternativas refletem a quantidade de estudantes que erraram, com maiores valores em módulo, diminuindo um maior número de erros:

A bisserial (A) possui valor 0,0997 e por ser um valor positivo indica que os 6,83% de estudantes que acertaram a questão estavam convictos ao marcar a letra A como sendo a correta. Os valores das bisseriais (B), (C), (D) e (E) mostram que, quanto maior o valor em módulo, maior a % dos estudantes que estão errando e não têm condições de acertar.

Provavelmente, Carlos entende que se a bisserial for positiva, obrigatoriamente, se trata de alunos com conteúdo consolidado, o que não é uma verdade, conforme explicado ao longo do texto sobre a função da bisserial.

Bia foca na porcentagem de acertos e no valor da bisserial da alternativa (A), considerando o baixo índice de marcação como um sinal de que os alunos tiveram dificuldades na interpretação da questão e no entendimento dos conceitos químicos envolvidos:

As bisseriais positivas indicam que o aluno apresentou competência ao marcar o item. Assim, a alternativa correta (A), apresenta-se com bisserial positiva, mas um número muito pequeno, isso demonstra que diante até das porcentagens das alternativas, ela apresenta-se com um índice baixo de marcação. O que pode-se demonstrar que os alunos apresentaram dificuldade em interpretar o texto e na compreensão da mesma.

Não é possível formular uma afirmação categórica sobre a competência do estudante que marca a alternativa (A) baseando-se apenas nas bisseriais. Clara observa que, embora a opção correta (A) tivesse uma bisserial positiva, todas as outras tiveram bisseriais negativas. Ela destaca que as alternativas (B) e (E), que tiveram as maiores porcentagens de escolha,

também tiveram bisseriais negativas, o que aponta para dificuldades dos estudantes em compreender os conceitos de polimerização e fotossíntese:

Verifica-se que o índice de acerto da questão, 6,83%. Os coeficientes bisseriais negativos para todas as alternativas, com exceção da opção (A). O esperado é que o gabarito correto da questão tenha coeficiente positivo. Chama a atenção as alternativas com maiores porcentagens de marcação que são as opções (B) e (E), com coeficientes negativos, mostrando a dificuldade dos respondentes nos conceitos de polimerização e fotossíntese.

Cada professor aborda a interpretação das bisseriais de uma maneira que realça diferentes aspectos da compreensão dos alunos sobre o conteúdo da questão. As análises refletem preocupação com a interpretação textual e a aplicação dos conceitos químicos, além de considerações sobre a eficácia dos distratores e a confiança dos alunos nas suas respostas. Essas reflexões são importantes para o entendimento de como os estudantes abordam a resolução de itens de múltipla escolha e como eles aplicam seu conhecimento em testes padronizados.

Com o intuito de expandir a discussão sobre a questão em análise, os docentes mergulharam mais fundo nas complexidades estatísticas dos três parâmetros da TRI. Na seção 7.3.1, observamos, a partir do tratamento da base de dados do Inep, que o parâmetro “a” indica o quanto este item é capaz de diferenciar entre os alunos com diferentes níveis de proficiência. Nessa questão, esse parâmetro apresentou um valor de 0,024, um índice relativamente baixo que sugere que o item não foi altamente eficaz na discriminação entre alunos de alta e baixa habilidade. Em relação a este parâmetro, o professor Carlos explicou que: “O valor do parâmetro ‘a’, sendo 0,024, indica que os estudantes que marcaram essa alternativa realmente estavam convictos ao escolher a alternativa correta para o item.”. O parâmetro ‘a’ está associado à discriminação, e não a certeza ou proficiência do estudante, como explica Carlos, de forma equivocada. Para Bia, o item discrimina bem entre os alunos que sabem os que não apresentam habilidade suficiente para acertar o item: “O parâmetro ‘a’ demonstra a discriminação das questões, e com índice maior que 0,02, apresenta-se como uma questão bem discriminada pelo o aluno [...]”. Apesar da ausência de embasamento, Bia está correta ao afirmar que o parâmetro “a” diz sobre a discriminação de alunos com habilidades suficientes para acertar o item.

Já a professora Clara avalia esse parâmetro como um indicativo de baixa discriminação, o que significa que a questão não difere efetivamente entre alunos de diferentes níveis de habilidade: “A TRI mostra que o parâmetro “a” tem índice de discriminação muito baixo e isso significa que a probabilidade de acerto do item não seria a mesma para indivíduos com

habilidades diferentes.” Clara foi a única professora que demonstrou correta compreensão do conceito, evidenciando que os outros docentes demonstraram falhas conceituais sobre o assunto, que precisa ser melhor discutido. No entanto, a professora Clara explica que o parâmetro “b” classifica a questão como difícil: “O parâmetro ‘b’ classifica a questão como difícil.”. Além disso, sugere que apenas os estudantes com elevadas habilidades tenham uma chance razoável de acertar a questão.

Já o professor Carlos adentra essa discussão dizendo que:

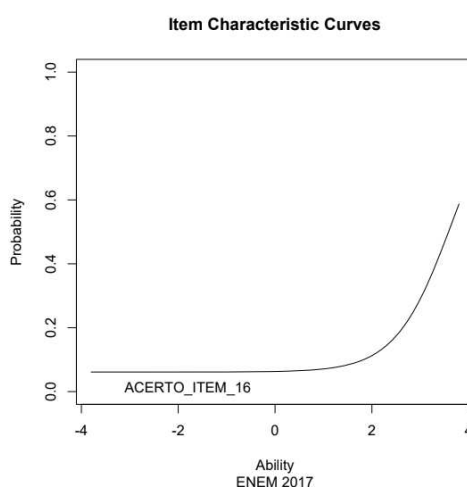
O valor do parâmetro ‘b’ diz respeito ao grau de dificuldade ao responder ao item. O seu valor pode variar de 0 a 1000 (mas em muitos casos ele pode ‘explodir’ e ultrapassar o valor de 1000). Quanto maior o valor, maior o grau de dificuldade e maior a dificuldade para acertar a questão. O valor de 768,818 indica que essa questão tinha um nível de dificuldade alto, o que justifica a baixa % de acerto.

Nesse sentido, o parâmetro “b” teve um valor elevado (768,82), o que indica que a questão foi extremamente difícil para a maioria dos alunos. Finalmente, o parâmetro “c”, conhecido como taxa de acerto casual, registrado em 0,061, indica que a probabilidade de um aluno responder corretamente à questão por mero acaso foi baixa. Porém, a professora Helena destaca que o parâmetro “c” da questão é considerado alto:

Analisando os parâmetros, tem-se o parâmetro ‘c’ 0,061 é bem alto o que indica que a maneira com que alternativa foi apresentada, ou seja, as expressões utilizadas, induziram aos estudantes a marcarem a alternativa (E) por chute.

Para ampliar a discussão iniciada pelos docentes, construímos a CCI da Questão 106 (Figura 48) e a sua respectiva CII (Figura 49), com o intuito de observar melhor o comportamento desses parâmetros. Esta etapa não contou com a fala dos professores devido ao tempo de discussão durante o curso que não avançou para interpretação dessas curvas. A exibição gráfica da CCI (Figura 48) da Questão 106 do Enem de 2017 mostra a probabilidade de acerto na questão (eixo “y”) em função do nível de habilidade do aluno (eixo “x”), que é medida em desvios-padrão em torno da média (representada por 0 no gráfico). A habilidade é um construto latente estimado pelo TRI e não é diretamente observável:

Figura 48 - CCI da Questão 106 (Item_16) do Caderno Azul da edição de 2017 do Enem

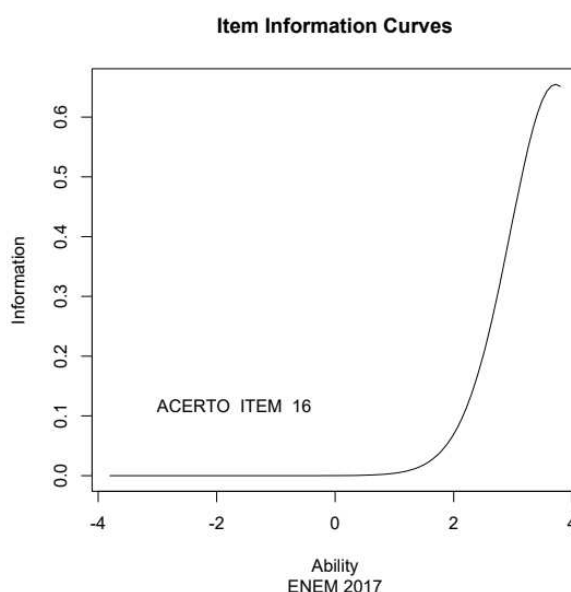


Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Nesse gráfico, a curva começa baixa para níveis de habilidade abaixo da média, aumenta conforme a habilidade aumenta e, eventualmente, se aproxima de uma probabilidade de 0,6 (ou 60%) para alunos com habilidades muito acima da média. Observa-se, também, que a curva começa a aumentar significativamente apenas para níveis de habilidade altos, o que indica que a questão é difícil. Se um item fosse mais fácil, a curva começaria a ascender em valores mais baixos no eixo da habilidade. O gráfico também sugere que o item não discrimina bem entre estudantes de habilidades médias ou baixas, pois a probabilidade de acerto só aumenta consideravelmente para aqueles com habilidade alta. Esse padrão é consistente com um parâmetro “b” alto, que indica que a questão é difícil, e um parâmetro “a” baixo, que sugere que a questão não é muito eficaz na discriminação entre estudantes de diferentes níveis de habilidade. O parâmetro “c” baixo sugere que os estudantes que chutam têm uma baixa probabilidade de acertar a questão por acaso.

Em resumo, a CCI e os parâmetros da TRI já discutidos nesta análise e associados à elaboração desta curva, indicam que a Questão 106 do Caderno Azul de 2017 foi desafiadora e contribuiu significativamente para destacar os estudantes com habilidades muito altas. Em seguida, a CII demonstra a quantidade de informação (eixo “y”) fornecida pelo item sobre a habilidade (eixo “x”) dos alunos. A habilidade é tipicamente medida em uma escala onde a média é zero e os valores são expressos em desvios-padrão.

Figura 49 - CII da Questão 106 (Item_16) do Caderno Azul da edição de 2017 do Enem



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A curva indica que o item fornece informações sobre alunos com habilidades mais avançadas, conforme demonstrado pela ascensão da curva à medida que avançamos para a direita no eixo da habilidade. Para alunos com habilidades inferiores à média, a curva permanece quase plana, indicando que o item oferece pouca informação diagnóstica para esse grupo. O pico de informações para alunos com habilidades significativamente acima da média indica que o item é particularmente adequado para diferenciar estudantes de alto desempenho.

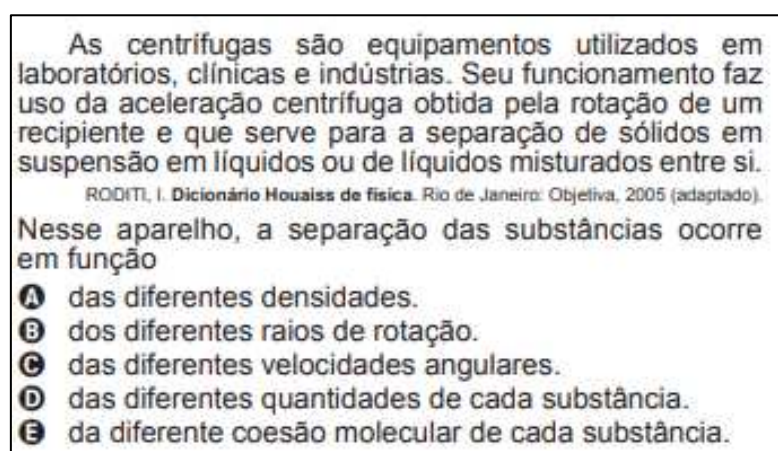
Para alunos com desempenho médio ou abaixo do esperado, a curva não sobe muito, o que implica que o item não fornece informações suficientes para avaliar esses alunos com precisão. Essa característica é corroborada pelo baixo valor do parâmetro “a” e pelo alto valor do parâmetro “b” da TRI, reforçando a noção de que a questão é desafiadora e não diferencia bem entre os níveis de habilidade médios ou baixos. Já o parâmetro “c”, próximo de zero na curva, indica uma probabilidade reduzida de acertos por adivinhação.

Diante dessas considerações, conclui-se que a Questão 106 é mais apropriada para diferenciar estudantes no extremo superior do espectro de habilidade. Embora o item não seja ideal para um teste especializado em uma ampla gama de habilidades, ele pode ser bastante útil em um diagnóstico de contexto para identificar estudantes com compreensão excepcional do conteúdo abordado. Isso sugere uma oportunidade para o desenvolvimento pedagógico focado

em estudantes que não se enquadram nesse perfil, a fim de elevar suas habilidades para níveis mais altos de proficiência.

Por outro lado, a Questão 115 apresentou o menor valor parâmetro “b” entre todos os itens dessa disciplina na edição de 2017 do Enem para os estudantes concluintes do Ensino Médio, segundo o tratamento da base de dados do Inep, e destacou-se como o de maior facilidade, conforme ilustra a Figura 50:

Figura 50 - Questão 115 do Caderno Azul da edição de 2017 do Enem



Fonte: Inep, 2017.

O item apresentado na Figura 50 refere-se a uma questão de múltipla escolha cujo objetivo é avaliar o conhecimento dos estudantes sobre o princípio de funcionamento das centrífugas e os fatores físicos que influenciam a separação de matéria nesses equipamentos. A questão parte de uma definição de centrífuga e seu uso para separar sólidos em suspensão em líquidos ou de líquidos misturados entre si. O objetivo do item é determinar se o estudante compreende que a separação da substância em uma centrífuga ocorre em função das diferentes densidades das substâncias presentes na mistura. Isso requer conhecimento sobre conceitos de densidade e sobre como as forças centrífugas atuam em partículas de diferentes densidades durante a rotação.

Ao triangular os dados da base do Inep com a Matriz de Referência do Enem, identificamos que esse item avaliou a habilidade H7: “Selecionar testes de controle, parâmetros ou critérios para a comparação de materiais e produtos, tendo em vista a defesa do consumidor, a saúde do trabalhador ou a qualidade de vida (Inep, 2009, [p.8])”. Na atividade proposta aos docentes, houve o incentivo para que eles propussem uma descrição sobre a sentença que avalia a habilidade do item. As sentenças criadas estão reproduzidas no Quadro 18:

Quadro 18 - Sugestões (Turma B) para a redação da habilidade da Questão 115 da edição 2017

Professor	Sentença descritora para a questão 115 da edição de 2017
Carlos	Separar corretamente os componentes de uma mistura até que uma substância possa ser considerada pura e esteja totalmente isolada das demais.
Helena	Aplicar as leis de Newton para analisar o movimento de corpos com diferentes densidades em trajetórias curvilíneas.
Bia	Identificar as informações expressas na linguagem científica, bem como o uso de dispositivos empregados nos contextos industrial e laboral.
Clara	Relacionar a utilização de centrífugas com o objetivo de se obter sólidos separados através da diferença de densidade.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A discussão sobre as sentenças descritas propostas pelos professores para a Questão 115 do Caderno Azul de Ciências da Natureza da edição de 2017 do Enem (Quadro 18), permite uma análise detalhada dos objetivos de aprendizagem, conforme delineado pela taxonomia de Bloom revisada, e pelos conhecimentos específicos de Química e Física avaliados.

Carlos propõe uma sentença que envolve o processo de separação de misturas, um conceito fundamental em Química. A habilidade descrita por ele, “Separar corretamente os componentes de uma mistura até que uma substância possa ser considerada pura e estar totalmente isolada das demais”, corresponde ao nível cognitivo de “Aplicação” na taxonomia de Bloom, pois requer que o aluno aplique conhecimento prático para executar ou usar informações em uma situação nova e concreta.

Helena, por sua vez, foca em um objetivo mais alinhado com a Física, mencionando a aplicação das Leis de Newton para analisar movimentos de corpos de diferentes densidades em trajetórias curvilíneas. Isso também se enquadra no nível de “Aplicação”, exigindo que os alunos usem princípios teóricos para compreender e explicar especificações físicas.

Bia traz uma perspectiva externa para a interpretação de informações científicas e a familiaridade com equipamentos industriais e de laboratório. Sua sentença descritora sugere um nível cognitivo de “Compreensão”, de acordo com a taxonomia de Bloom, que envolve compreender o significado das instruções e considera a aplicação de conceitos em contextos práticos.

Clara estabelece uma relação direta entre a utilização de centrífugas e o princípio de separação baseado na densidade. A habilidade descrita é, também, uma aplicação prática dos conhecimentos teóricos de Química e Física, classificando-se no nível de “Análise” ou “Aplicação”, onde o estudante precisa conectar o conceito de densidade ao processo de

separação por uma centrífuga. Essas sentenças descritoras indicam que a Questão 115 visa avaliar habilidades que, para além do mero conhecimento factual, exigem que os alunos interpretem, apliquem e analisem informações para resolver problemas complexos relacionados a conhecimentos procedimentais da ciência, ou seja, práticas científicas e processos industriais.

Ao analisarmos a Questão 115 propusemos uma outra sentença. Conforme destaca Bloom *et al.* (1977), o conhecimento dos métodos de indagação, técnica e procedimentos empregados em um campo particular deve ser mobilizado para investigação de problemas e fenômenos particulares, dando mais ênfase ao reconhecimento dos fundamentos envolvidos no método do que na habilidade. Sendo assim, compreendemos que a habilidade do item deva ser: “Analisar a densidade das substâncias para inferir sobre a sua influência no processo de separação das misturas durante o funcionamento do equipamento ‘centrífuga’ em contextos práticos de laboratório e indústria.”. Utilizamos na sentença o verbo cognitivo “Analisar” pois, nesse caso, o aluno precisa, inicialmente, entender e explicar para si mesmo como e por que a separação das substâncias ocorre em uma centrífuga.

Além disso, consideramos que a habilidade do item envolve o conteúdo de Química focado nas propriedades físicas, como a densidade, e em como ela afeta a separação de misturas. De Souza *et al.* (2014) ressaltam que o conceito de densidade é fundamental para o domínio da Química, dada a sua importância para a caracterização de substâncias e materiais. Por fim, o contexto do desafio é entender o funcionamento de um equipamento – a centrífuga – utilizado em laboratórios, clínicas e indústrias.

Nesse sentido, os 43,17% dos estudantes que optaram pela alternativa (A) – “das diferentes densidades” – como resposta correta, fundamentam-se nos princípios da Física e da Química que governam o funcionamento de uma centrífuga. A centrífuga opera com base na tração centrífuga, que é proporcional ao raio de rotação e ao quadrado da velocidade angular. No contexto da centrífuga, essa garantia atua mais intensamente sobre partículas de maior densidade, fazendo com que elas se movam mais rapidamente para fora do centro de rotação em relação às partículas de menor densidade. Assim, a separação das substâncias ocorre devido às suas respectivas densidades, permitindo que o equipamento isole dos líquidos os sólidos em suspensão ou separe líquidos misturados com base nesses seletivos.

Assim, ao escolher a alternativa (A), o aluno demonstra compreensão de que a densidade é o fator determinante na separação centrífuga de componentes de uma mistura. Na atividade entregue pelos professores, é possível observar que a justificativa para o caminho cognitivo dos estudantes gira em torno da compreensão do processo de centrifugação como um método de

separação de misturas heterogêneas, focando em como as diferentes densidades dos componentes da mistura influenciam nesse processo.

Luiz destaca a relação entre a centrifugação e a decantação, indicando que os alunos podem relacionar esses dois métodos de separação: “A centrifugação é um processo de separação de misturas heterogêneas. Dizemos que é uma decantação acelerada, portanto acredito que o aluno consegue relacionar esses processos.”. Ao considerar a centrifugação como uma forma de decantação acelerada, ele supõe que os alunos entendem que a separação ocorre mais rapidamente devido à ação da força centrífuga.

Carlos especifica que a centrifugação separa misturas heterogêneas e que o processo se baseia na sedimentação de partículas insolúveis, enfatizando a importância das diferentes densidades na separação dos materiais:

A centrifugação é um método de separação de misturas heterogêneas (sólido-sólido ou sólido-líquido) no qual a separação dos materiais ocorre por meio da sedimentação dos líquidos insolúveis, considerando as diferentes densidades das substâncias.

Helena aborda a questão do ponto de vista da Física, explicando que a escolha da alternativa (A) exige que os alunos compreendam o conceito de força e sua vibração vetorial em movimento circular. Ela destaca que a força centrífuga – essencial para a separação durante a centrifugação – é proporcional à massa, e, por extensão, à densidade dos componentes da mistura:

Para marcar a alternativa (A) o estudante deve compreender o funcionamento de uma centrífuga, lembrando do conceito de força e da sua decomposição vetorial no movimento circular e que o valor em módulo da força centrífuga é proporcional à massa dos componentes presentes na mistura, e, portanto, depende diretamente de sua densidade.

Bia assume que o aluno foi claro sobre o princípio operacional da centrífuga: “O aluno sabe exatamente como separação no dispositivo da centrífuga separa os seus componentes, que é através das diferenças de densidade, que são separados pela rotação que é feita através do aparelho.”. Assim, a professora entende que o estudante sabe que a separação dos componentes é realizada através das diferenças de densidade, que são exacerbadas pela rotação imposta pelo aparelho. Clara, por sua vez, reforça essa ideia quando diz: “O aluno conseguiu relacionar que o uso da centrífuga é para acelerar o processo de decantação que se dá pela diferença das densidades.”. Para a professora, os alunos relacionam o uso da centrífuga com a aceleração do processo de decantação, que depende da diferença de densidades entre a substância da mistura.

Todas essas perspectivas são corretas e refletem diferentes aspectos do mesmo princípio físico: a centrifugação utiliza a força centrífuga para separar componentes de uma mistura com base na densidade. O entendimento dos alunos refletido na escolha da alternativa (A) indica que eles têm conhecimento de que, em uma centrífuga, as substâncias são separadas e eficientes devido às suas diferentes densidades. Rossi *et al.* (2008) confirmam que, embora o conceito de densidade possa parecer trivial para alunos no final da Educação Básica, na prática, sua compreensão integral pode ser complexa e é frequentemente subestimada. Os autores sinalizam que a assimilação plena deste conceito pressupõe a integração de habilidades conceituais e analíticas que devem estar bem desenvolvidas e inter-relacionadas no repertório cognitivo do aluno. Caso essas habilidades não apresentem lógicas sólidas, podem emergir obstáculos significativos no processo de ensino e de aprendizagem. Portanto, é crucial a investigação e a compreensão das abordagens e interpretações dos estudantes para que sejam produzidos indicadores válidos sobre a eficácia do ensino de conceitos fundamentais, como a densidade.

Tal investigação visa identificar padrões de raciocínio, tanto corretos, como os já expostos nessa discussão, quanto os equivocados, além das possíveis lacunas no conhecimento que podem impedir a compreensão adequada e a aplicação prática desses conceitos em contextos científicos e cotidianos. Imbuídos da necessidade de perceber as distrações que levam os alunos a marcarem outras alternativas, dissertaremos sobre a alternativa (B), escolhida por 14,56% dos estudantes. As falas dos professores sugerem interpretações variadas sobre o motivo pelo qual os alunos poderiam escolher a alternativa, que apresenta “dos diferentes raios de rotação” como fator determinante na separação de substância em uma centrífuga.

O docente Luiz aponta para a possibilidade de os alunos interpretarem erroneamente que o tamanho físico do recipiente da centrífuga e suas rotações mais rápidas poderiam ser responsáveis pela separação dos componentes da mistura. Ele sugere que os estudantes podem ter tentado aplicar de forma equivocada, conceitos matemáticos, como o cálculo do raio, ao contexto físico da centrífuga: “Pelo texto do item pode haver a interpretação que uma maior rotatividade e de um maior tamanho do recipiente usado nesse processo. O aluno pode relacionar o tamanho com o cálculo de raio matemático.”.

Já o professor Carlos reconhece que os estudantes podem ter uma compreensão correta de que a centrifugação separa componentes de uma mistura, mas erram ao relacionar essa separação ao raio de rotação do equipamento. Ele esclarece que, embora o raio tenha um papel

na aplicação da força centrífuga, a separação ocorre devido à diferença de densidade e não sofre interferência do raio de rotação. Leia a sua justificativa:

A centrifugação é um método de separação de misturas homogêneas, baseado na rotação para separar os componentes de uma mistura em função da diferença de densidade dos materiais. Os estudantes podem ter pensado que os materiais são separados devido ao raio de rotação do aparelho centrifugador. Entretanto, os materiais são separados devido a diferença de densidade.

A professora Helena sugere que os alunos podem ter pensado que uma partícula com maior massa – e, conseqüentemente, maior densidade – teria um raio de rotação maior na centrífuga, levando a uma maior prosperidade centrífuga e à separação. Esta interpretação está incorreta, mas revela uma tentativa de aplicar um conhecimento de Física ao problema:

O estudante marcaria a alternativa (B) caso pense que no movimento circular a partícula com maior massa possuiria maior raio, logo uma maior aceleração, o que a faria ser depositada no fundo do tubo de maneira ser separada do líquido menos pesado.

A professora Bia, assim como o professor Luiz, propõe que os alunos possam ter confundido os conceitos matemáticos e físicos, pensando que o raio do aparelho circular afeta a eficiência da separação, com raios maiores resultando em menor separação e vice-versa, o que é uma interpretação incorreta do princípio da centrifugação.

O aluno pode confundir com aspectos matemáticos esta questão, pois sendo um aparelho na forma circular, ele acredita que o raio do aparelho possa interferir na rotação da mesma, ou seja, raios maiores menor separação, raios menores, maior separação.

Por fim, a docente Clara, de forma mais generalista, sugere que os alunos podem simplesmente ter achado que a rotação em si é o fator que influencia a separação dos materiais, sem considerar a importância da densidade: “O aluno pode ter pensado que a rotação da centrífuga influencia na separação dos materiais.”.

Em suma, os professores identificam que o mal-entendido revela uma confusão sobre a relação entre força centrífuga, raio de rotação e o papel da densidade das substâncias. Embora seja verdade que a força centrífuga depende do raio de rotação (além da massa da partícula e do quadrado da velocidade angular), não é o raio, em si, que causa a separação, mas é a diferença na densidade das partículas que determina como ela será afetada por essa força em um campo centrífugo. Alunos que marcam a letra (B) podem não compreender completamente que,

independentemente do raio, partículas de maior densidade serão sedimentadas mais rapidamente do que partículas de menor densidade. Essa confusão destaca a necessidade de esclarecer o entendimento dos alunos sobre como a força centrífuga atua em diferentes densidades e a relevância do raio de rotação nesse contexto.

As explicações dos professores sobre a escolha da alternativa (C) – “das diferentes velocidades angulares” – demonstram um entendimento misto e alguns equívocos dos alunos sobre os princípios físicos por trás do funcionamento de uma centrífuga. Nas palavras do professor Luiz: “Penso que os alunos não conhecem o que seria uma centrífuga. Assim acabam relacionando a velocidade de rotatividade do aparelho com seu ângulo de rotação.”. Assim, o docente demonstra entender que os 11,77% dos estudantes que assinalaram essa alternativa possivelmente não estão familiarizados com uma centrífuga e, por isso, confundem a velocidade com que o aparelho opera (sua velocidade angular) com o ângulo de rotação, o que não é a estratégia utilizada na separação de mistura em uma centrífuga.

Já Carlos aborda o mal-entendido em torno da força centrípeta e centrífuga, pois os estudantes podem ter confundido a força que atua sobre as partículas durante a centrifugação:

Durante a centrifugação, a força centrípeta “empurra” as partículas dos materiais para fora, sendo que quanto maior a massa maior a força de centrifugação. O conceito de “Força centrífuga” pode ter confundido os estudantes, visto que a fração mais densa é aquela que ocupa a parte inferior (sedimentado) do tubo de ensaio e a fração menos densa ocupa a parte superior (sobrenadante). A fórmula da força centrípeta a massa do material, logo ela está relacionada a densidade.

Carlos ainda explica que a força centrípeta, que é proporcional à massa e, por extensão, à densidade das partículas, é responsável por “empurra-las” para fora, mas isso não significa que a velocidade angular seja o fator determinante da separação.

Helena, ao justificar o caminho cognitivo que leva o aluno a marcar essa alternativa diz que: “A alternativa (C) seria marcada pensando que a partícula de maior massa possui maior velocidade angular, logo seria assim separada.”. A professora sugere que os alunos podem ter escolhido a alternativa (C) motivados pelo equívoco de que partículas com maior massa tenham maior velocidade angular, e, conseqüentemente, sejam separadas de forma mais eficiente, o que se trata de uma interpretação incorreta da relação entre massa, velocidade angular e força centrífuga.

A professora Bia também segue uma justificativa voltada para a Física, pois considera que os alunos podem ter entendido, incorretamente, que a velocidade angular da centrífuga é

diretamente responsável pela separação das substâncias, quando, na verdade, é a aplicação da força centrífuga que resulta da velocidade angular que contribui para a separação: “Nesta questão pode ser uma abordagem mais física, pois quanto maior a velocidade que a centrífuga rotaciona, mais rapidamente as substâncias são separadas.”.

Por fim, Clara reflete que: “O aluno pode ter levado para o conceito da física e a pensar em força centrípeta.”. Nessa justificativa, a docente discorre sobre a possibilidade de os alunos terem confundido a velocidade angular com o conceito de força centrípeta, indicando que eles podem ter aplicado incorretamente conceitos de Física ao funcionamento da centrífuga, tal como explicou o professor Carlos. Portanto, os professores identificam que os 11,77% dos alunos que marcaram a alternativa (C) podem ter aplicado conceitos físicos de maneira imprecisa no contexto da centrifugação. Os docentes apontam para uma compreensão equivocada do papel que a velocidade angular desempenha na separação de emissão dentro de uma centrífuga, em que a densidade é, de fato, o fator determinante, e não a velocidade angular por si só.

A explicação dos professores sobre a escolha da alternativa (D) por parte dos alunos reflete uma série de possíveis mal-entendidos sobre os princípios que regem a centrifugação. Sobre a alternativa D, opção marcada por 12,13% dos estudantes, o professor Luiz sugere que os alunos podem ter confundido os conceitos de soluto e solvente na mistura, pensando que a quantidade de cada substância, seja sólida ou líquida, influencia o processo de separação: “Talvez como temos uma mistura com substancias sólidas e líquidas, os alunos podem ter relacionado essas quantidades e confundido os conceitos de soluto e solvente.”. O entendimento exposto por Luiz e, relação à forma como os alunos raciocinaram ao marcar a letra (D) não leva em conta que, na centrifugação, seria a densidade relativa e não a quantidade absoluta de soluto ou solvente que determinaria a separação. Já o docente Carlos aponta para a possibilidade de os estudantes acreditarem que materiais mais “pesados” ou em maior quantidade são o foco do processo de centrifugação: “Os estudantes podem ter pensado que a presença de materiais mais ou menos pesados, em maiores ou menores quantidades, seja o princípio básico de funcionamento do processo de centrifugação.”. Essa interpretação não considera que o peso (ou massa), por si só, não é o fator decisivo, mas, sim, a maneira como a massa se relaciona com o volume da substância – ou seja, sua densidade.

Helena destaca que a escolha da alternativa pode vir de uma suposição errada de que uma substância presente em maior quantidade terá maior massa e, conseqüentemente, experimentará maior prosperidade durante a centrifugação, o que faria com que se sedimentasse

no fundo do tubo: “A alternativa (D) seria marcada caso o aluno pensasse que a substância em maior quantidade seria separada por possuir maior massa, o que acarretaria em uma maior aceleração, levando-a a ser depositada no fundo do tubo”.

O estudante ao operar esse cálculo falha ao não considerar que partículas de menor densidade, independentemente de sua massa total, podem não se sedimentar tão rapidamente. A professora Bia aborda a possibilidade de os estudantes acreditarem que as quantidades menores de uma substância se separam mais rapidamente devido à proporção: “Por questão de proporção, o aluno acredita que quantidades menores, possam separar mais rapidamente.”, o que também reflete uma falta de compreensão sobre a influência da densidade versus a quantidade total na separação centrífuga.

Clara especula que os estudantes podem ter concluído que a quantidade total de uma substância afeta a separação de fases em uma centrífuga: “O aluno pode ter pensado que tendo muita quantidade ou pouca quantidade influenciaria na separação de fases.”. Novamente, isso indica uma compreensão incorreta de que a separação é influenciada pela quantidade e não pelas propriedades físicas intrínsecas às substâncias envolvidas.

Diante dessas justificativas, observamos que os professores identificam uma tendência dos 12,13% dos estudantes em associar, erroneamente, a quantidade de substância à sua separação durante a centrifugação, um erro conceitual que destaca a necessidade de se ensinar, mais especificamente, os princípios de densidade e força centrífuga envolvidos no processo.

Por fim, sobre a alternativa (E) – “da diferente coesão molecular de cada substância” – as falas dos professores apontam que os 18,16% dos estudantes apresentam uma compreensão equivocada do princípio de funcionamento de uma centrífuga, relacionado à coesão entre moléculas. Luiz menciona que a coesão molecular está ligada às forças intermoleculares, como as ligações de hidrogênio entre moléculas de água, que são, particularmente, fortes:

A coesão molecular se relaciona com as forças intermoleculares. A coesão se refere à atração de moléculas por outras moléculas do mesmo tipo e as moléculas de água possuem forças de coesão fortes graças a sua capacidade de formarem ligações de hidrogênio entre si. Acredito que confundiram com solubilidade, já que no texto padrão desse item não são citadas as substâncias.

É possível perceber que o professor acredita que os alunos podem ter confundido coesão com solubilidade, o que não é mencionado no texto do item, levando a crer que a separação das emissões poderia ocorrer devido às diferenças de solubilidade, o que não acontece em uma centrífuga.

Divergindo de Luiz, o docente Carlos levanta a hipótese de que os estudantes possam ter pensado que o grau de atração entre as moléculas é o fator determinante para a separação durante a centrifugação:

Os estudantes podem ter pensado que o grau de atração entre a molécula seja o fator determinante para que o processo de centrifugação ocorra. Entretanto, independente da coesão a centrifugação ocorrerá e os materiais serão separados de acordo com a densidade.

No entanto, ele esclarece que a centrifugação ocorrerá independentemente da coesão molecular, sendo a densidade o fator crucial para a separação. Para a professora Helena os alunos podem ter escolhido essa alternativa e acreditando que uma menor interação entre as partículas, ou uma baixa solubilidade de um sólido em um líquido, facilitaria a separação por centrifugação. No caso de líquidos imiscíveis, a separação ocorreria porque o líquido mais denso se separa do menos denso, mas os alunos podem ter confundido essa dinâmica com a coesão molecular:

O estudante marcaria a alternativa (E) pensando que há pouca interação entre as partículas, ou seja, o sólido sendo pouco solúvel no líquido poderia ser facilmente separado por precipitação, e no caso de líquidos imiscíveis, no processo de centrifugar, o líquido mais denso seria separado devido à maior densidade do líquido menos denso.

Deve-se considerar que os alunos podem ter interpretado que a coesão entre as partículas de estados físicos diferentes é o que permite a separação ao serem submetidos à força rotacional da centrífuga, uma interpretação que confunde o papel da coesão molecular com os efeitos da força centrífuga:

Nesta questão, pelo enunciado do texto falar da separação de partículas sólida/líquida, ele acredita que a separação da mesma, é pela coesão, ou seja, a atração das partículas, com o efeito de rotação se separem por não apresentarem o mesmo estado físico.

Clara reflete que os alunos podem ter acreditado que a força de atração conhecida como coesão influencia a separação durante a centrifugação, considerando que diferentes graus de interação molecular poderiam afetar o resultado do processo: “O aluno pode ter pensado que a coesão tenha influenciado na separação, pois coesão é a força de atração. Então, ele pode ter pensado que as diferentes interações influenciariam na separação.”.

Em todas essas análises, os professores identificaram uma lacuna de aprendizagem comum entre os 18,16% dos estudantes que optaram pela alternativa (E): a ideia de que a coesão molecular é um fator direto na separação de substâncias em uma centrífuga, quando, de fato, é a densidade que desempenha esse papel. Esse mal-entendido pode ser atribuído à complexidade

dos conceitos envolvidos e à maneira como os alunos aplicam seus conhecimentos interdisciplinares sobre o processo de separação de misturas por diferentes densidades ao interpretarem o funcionamento de equipamentos científicos, como a centrífuga.

Diante desses caminhos cognitivos, nota-se a partir das bisseriais apresentadas na seção 7.3.1 que, somente a alternativa (A) apresentou valor positivo, indicando a possibilidade de boa discriminação do item. Já os outros estudantes apresentam falhas conceituais importantes para o acerto da Questão 115 e, por isso, optaram por outros caminhos para resolvê-lo. A justificativa apresentada pelos docentes na atividade proposta caminham para essa análise:

Luiz: Nesse item a bisserial da letra (A) foi positiva e mostra que o aluno com boa habilidade pode estar marcando essa letra. Já nas alternativas (B) e (C) as bisseriais foram negativas evidenciando que os alunos buscaram outros caminhos cognitivos para chegarem a resposta e essas opções são justamente os distratores do item.

Carlos: A bisserial da letra (A) possui valor 0,3858 e por ser um valor positivo indica que os 43,17% de estudantes que acertaram a questão podem ter elevadas habilidades. Os valores das bisseriais das letras (B), (C), (D) e (E) são negativos e mostram que alunos com deficiências conceituais, que tenham menos habilidades, né, marcam elas.

Bia: A bisserial positiva, para a alternativa (A), juntamente com o índice de porcentagem maior que as demais alternativas, demonstra que a alternativa em questão é de uma maior competência do aluno em saber distinguir bem a questão com o conceito de separação de misturas, mostra-se uma questão de baixa dificuldade para esses alunos.

Clara: Verifica-se que o índice de acerto da questão, 43,17%. Os coeficientes bisseriais negativos para todas as alternativas, com exceção da opção (A). O esperado é que o gabarito correto da questão tenha coeficiente positivo.

Com base nessas falas, nota-se que Bia apresenta sérias dificuldades em compreender o significado das bisseriais, pois a associa marcação da alternativa correta ao seu grau de dificuldade, no entanto, a bisserial está relacionada à discriminação.

A partir dos dados estatísticos da TRI apresentados na seção 7.3.1 e da análise do item em sua forma individual, identificamos que o parâmetro “a” obteve valor de 0,016, o parâmetro “b” de 529,16 e o parâmetro “c” de 0,004. As falas dos professores refletem exames críticos dos parâmetros da TRI em relação à Questão 115 do Caderno Azul do Enem de 2017. Sobre o parâmetro “a”, Carlos entende que: “[...] sendo 0,016, indica que tem uma discriminação de estudantes acontecendo, mas não sei se é eficiente porque o valor está menor do que os outros itens.”. Isso sugere, portanto, que o item não foi marcante em distinguir entre os alunos que realmente dominam o conteúdo e aqueles que não dominam. Clara ecoa esse entendimento,

afirmando que "a TRI mostra que o parâmetro "a" tem índice de discriminação muito baixo", o que reforça a ideia de que o item não discrimina bem entre diferentes níveis de habilidade. De fato, endossamos a fala dos professores, pois, com uma discriminação de 0,016, é possível supor que a questão não é eficiente em diferenciar os alunos que possuem um alto grau de proficiência no conteúdo daqueles com um grau mais baixo.

Quanto ao parâmetro "b", que representa a dificuldade do item, Carlos afirma que "O valor de 529,163 indica que essa questão tinha um nível de dificuldade baixo", o que parece contradizer a interpretação padrão da TRI, em que um valor mais alto indica uma questão mais difícil. Clara, por outro lado, classifica a questão como "mediana" em termos de dificuldade. Em um contexto geral, o parâmetro "b" (Dificuldade) de valor 529,16 é considerado alto, porém, como vimos no contexto dessa pesquisa, foi o mais baixo entre os itens que avaliam conceitos de Química da edição de 2017. Mesmo assim, o "b" indica que o item foi difícil, já que apenas os alunos com um nível de habilidade muito alto têm chance de acertá-lo. Isso que sugere que o item pode ser muito desafiador para a maioria dos alunos que estão concluindo o Ensino Médio.

Em relação ao parâmetro "c", que é o índice de adivinhação, Carlos aponta que o valor de 0,004 indica que "a maior parte dos alunos não 'chutou' e que eles possuem as habilidades permitidas para responder corretamente ao item". Na verdade, o valor do parâmetro "c" só indica probabilidade de marcação por sorte e não fala sobre a habilidade. Helena também comenta que um índice "c" de 0,004 "representa um bom parâmetro, demonstrando que o percurso do estudante é consistente com seu desempenho em todo o teste". No entanto, com base parâmetro "c", não é possível confirmar a hipótese de Helena. Bia, por sua vez, reflete sobre o baixo índice de "c" e como isso demonstra um conhecimento consolidado sobre o tema da questão por parte de metade dos alunos, o que também não está correto.

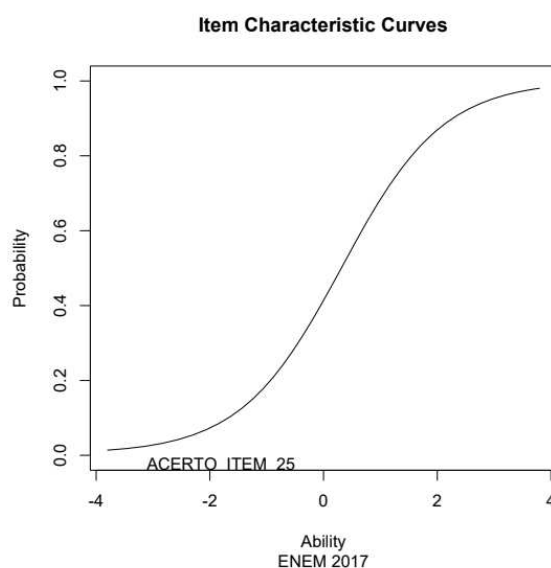
Como vimos anteriormente, parâmetro "c" é relativo ao acerto ao acaso, e, nesse caso, apresenta um valor extremamente baixo, próximo de 0. Isso indica que há uma probabilidade muito pequena de um aluno acertar a questão simplesmente por "chutar", o que sugere que o item é bem construído, pelo fato de minimizar as chances de adivinhação, se qualificando como excelente para construir diagnósticos pedagógicos.

Os educadores concluíram que as análises da TRI fornecem informações cruciais sobre a discriminação e dificuldade dos itens, além da propensão dos estudantes em tentarem adivinhar as respostas das questões. Contudo, algumas análises, especialmente no que diz respeito ao parâmetro "b", foram atreladas ao conjunto específico de questões analisadas,

focadas em Química. Um valor alto de “b”, como apresenta a Questão 115, geralmente sugere uma situação-problema desafiadora e diverge de interpretações realizadas por professores.

Para compreender como um item específico funciona em relação a uma população avaliada, construímos a CCI (Figura 35), para que possamos observar melhor o comportamento desses parâmetros.

Figura 51 - CCI da Questão 115 (Item_25) do Caderno Azul da edição de 2017 do Enem



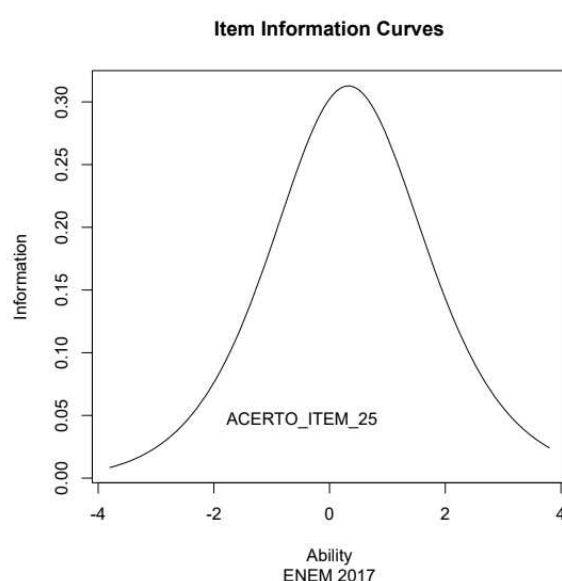
Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Analisando a CCI dessa questão, observamos que os alunos com nível de capacidade inferior a -2 têm uma probabilidade mínima de responder corretamente, quase nula. Isso sugere que aqueles com menor competência têm uma chance reduzida de acerto. À medida que a habilidade do examinado aumenta, a probabilidade de acerto se eleva gradualmente e se torna mais pronunciada ao chegar perto de zero. Quando a capacidade está acima de zero, a chance de acertar é próxima de 1, informando que candidatos com capacidade superior têm grande probabilidade de acertar a questão. Além disso, a curva é relativamente plana, o que indica que o item não discrimina de forma assertiva os candidatos de diferentes níveis de habilidade. Itens com alta capacidade discriminatória mantiveram uma curva mais íngreme, refletindo uma alteração mais drástica na probabilidade de acerto com variações pequenas na habilidade. O parâmetro “b” parece ser próximo de zero, indicando que a questão apresenta uma dificuldade mediana para o grupo testado.

Portanto, a escolha pela Questão 115 do Enem de 2017, provavelmente, está associada à sua dificuldade mediana, tendendo a ser acertada por aqueles com habilidade acima do nível mediano, como apontou a professora Clara na atividade individual.

O gráfico da CII relacionada à Questão 115 do Enem de 2017 (Figura 52), é um componente importante da TRI, pois revela sobre a quantidade de informação que um item fornece sobre a habilidade (ou proficiência) da avaliação:

Figura 52 - CII da Questão 115 (Item_25) do Caderno Azul da edição de 2017 do Enem



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

No gráfico apresentado (Figura 52), percebemos que o pico localizado próximo ao zero no eixo da habilidade indica que o item é mais revelador e discriminatório para alunos com desempenho mediano. Por outro lado, a curva tende a se achar nos extremos de habilidade, abaixo de -2 e acima de +2. Isso sinaliza que o item oferece menos indicadores sobre alunos com habilidades significativamente abaixo ou acima do mediano, limitando sua utilidade pedagógica a esses grupos.

No contexto da prática educacional, a interpretação desse gráfico nos leva a concluir que a Questão 115 do Enem da edição de 2017 é uma ferramenta eficaz para avaliar e entender as capacidades dos alunos com desempenho médio, enquanto oferece menos informações sobre aqueles que estão nas margens da curva de habilidade. Em termos de desenvolvimento de currículo e avaliação, isso sublinha a importância de incluir uma variedade de itens que,

coletivamente, abrangem o espectro completo de habilidades dos alunos, garantindo, assim, que todos os participantes sejam devidamente avaliados e que haja dados suficientes para orientar ações pedagógicas adequadamente.

Ao concluirmos a análise das edições de 2016 e 2017 do Enem, focando na forma como professores de Química se apropriam de resultados do Enem durante um curso de extensão, torna-se evidente a relevância deste enfoque na formação docente. A integração entre abordagem estatística e pedagógica permitiu aos professores uma compreensão mais aprofundada dos processos cognitivos dos estudantes, evidenciada através da análise detalhada de questões específicas do Enem e suas respectivas habilidades e dificuldades inerentes.

O caso da Questão 78 da edição de 2016 ilustra claramente como a integração de dados em formato de números e a tradução com base na formação e experiência pedagógica do professor pode enriquecer a prática docente. A análise feita pelos professores Marcus e Graça, ao construírem sentenças descritoras para o item, reflete não apenas uma abordagem técnica, mas, também, uma sensibilidade pedagógica ao contexto e às necessidades dos estudantes. A capacidade de discernir, interpretar e aplicar conceitos de Equilíbrio Químico em situações concretas mostra a importância de ir além da memorização, estimulando o pensamento crítico e a aplicação prática do conhecimento.

Adicionalmente, a insatisfação expressa pelo professor Marcus em relação à descontextualização do ensino em sala de aula reforça a necessidade de uma abordagem pedagógica que valorize a contextualização e a aplicação prática do conhecimento. Essa visão está em consonância com a literatura acadêmica, que destaca a importância da compreensão conceitual em detrimento da memorização.

Além disso, a análise estatística dos resultados do Enem, combinada com a percepção pedagógica dos professores, revela um panorama mais amplo e detalhado dos desafios enfrentados pelos estudantes. A abordagem interdisciplinar, que integra análise quantitativa e informações qualitativas, é um exemplo claro do valor do que descobrimos ser a “Ensinometria” no campo da educação.

7.4 Ensinometria: O uso das métricas da TRI para repensar e direcionar o ensino

A partir das discussões nas seções anteriores, percebe-se o emergente campo da Ensinometria, que se dedica à reflexão sobre os atributos pedagógicos do ensino de Química por professores da Educação Básica, utilizando as métricas da psicometria moderna, ou seja, os

parâmetros da TRI. Ao longo dos trechos já compartilhados, foi possível observar reflexões sobre o processo de ensino-aprendizagem, o que ressaça a relevância da fala de Luiz:

“Observei que a dificuldade do item está relacionada a uma interpretação científica. No início, para mim, era tudo problema de interpretação de texto ou confusão do aluno mesmo, mas, agora, vejo que não. O erro aí de questão científica, que às vezes o professor pode só fazer a abordagem de evaporação, calefação, de ebulição, mas essa volatilização é pouco falada ou as vezes não sobra tempo”.

Helena contribui com outro ponto de vista:

É, porque quando a gente fala de evaporação, o que a gente fala? Fala muito sobre liberação. A gente fala que as moléculas vão se liberando com uma velocidade tão grande que a substância que está ali evapora, passa do estado líquido para o gasoso. Talvez não seja apropriado usar esses termos.

A discussão trazida por Luiz e Helena aborda um aspecto importante da pedagogia: a compreensão e interpretação de conceitos científicos. Luiz reflete sobre como, inicialmente, ele considerava que as dificuldades dos alunos par responder corretamente a itens se tratavam de problemas de interpretação de texto. No entanto, sua perspectiva evoluiu à medida que houve reconhecimento de que os erros dos alunos, muitas vezes, se originam em uma compreensão inadequada de conceitos científicos específicos. Esse dado é fundamental para os educadores, pois destaca a necessidade de uma abordagem de ensino que aborde todos os aspectos de um conceito, incluindo aqueles que podem ser menos enfatizados ou mesmo negligenciados, como a volatilização, mencionada no exemplo dado por Luiz.

Em acréscimo, Helena aponta para a escolha e explicação dos termos utilizados ao ensinar conceitos científicos. Ela sugere que a maneira como os conceitos são apresentados, incluindo os termos utilizados para explicá-los podem influenciar a compreensão dos alunos. No caso da evaporação, por exemplo, a ênfase na “liberação” de moléculas pode não ser a abordagem mais apropriada para garantir uma compreensão completa e precisa do fenômeno.

Ambas as perspectivas ressaltam a importância da precisão e da profundidade das instruções científicas. Os educadores devem estar conscientes de como apresentam esses conceitos, garantindo que todos os aspectos relevantes sejam abordados e explicados de maneira que os alunos possam compreender e aplicar. Além disso, é crucial que os professores estejam atentos às possíveis fontes de confusão ou mal-entendidos entre os alunos, ajustando sua pedagogia. Isso pode envolver a revisão de termos usados, o desenvolvimento de novas

estratégias de ensino, ou a inclusão de mais exemplos e aplicações práticas para ilustrar os conceitos trabalhados.

Essa discussão também sublinha a importância de uma reflexão contínua sobre a prática docente, em que os educadores avaliam e adaptam constantemente suas estratégias para atender às necessidades de aprendizagem de seus alunos. Ao adotar uma abordagem mais reflexiva e adaptativa, os professores podem melhorar significativamente a qualidade de sua instrução e, conseqüentemente, o desempenho dos alunos em avaliações científicas.

Nesse contexto, as experiências de Carlos, um educador que enfrenta inseguranças na prática docente devido a críticas recebidas de colegas, ressaltam a complexidade do cotidiano do ensino. Apesar desses desafios, Carlos encontra validação e representatividade nas análises pedagógicas:

Eu sempre fui muito questionado por utilizar muitos termos técnicos. Por exemplo, eu sempre falei muito para os alunos de volatilidade química, o composto ser volátil, mas eu sempre expliquei para eles a relação entre o fato de um composto ser volátil e a sua temperatura de ebulição. Sempre falei, quanto mais volátil, quanto maior a volatilidade química, menor vai ser a sua temperatura de ebulição e vice-versa e nessa análise de item, fica claro que fazer isso é importante mesmo.

A fala de Bia referenda a colocação de Carlos:

Acontece comigo também. Sou questionada por isso. E aí, eu vejo que muitos não entendem, acham que eu estou querendo falar bonito, que eu estou enfeitando, mas, querendo ou não, é importante discutir os conceitos que para eles podem ser complexos, técnicos, mas que são conceitos químicos. Então eu acho que a gente não pode, não digo nem facilitar, não deixar de tocar nessas palavras, porque essas palavras são importantes, elas fazem parte do universo químico.

Também nota-se reflexão sobre as práticas de ensino na fala de Helena a partir das falas de Bia e Carlos:

Eu procuro sempre também trabalhar com analogia, mas sem deixar o lado técnico. Lógico, a gente não pode ser muito técnico mesmo, concordo com vocês, senão a gente vira um robô, daqui a pouco seria muito mais fácil o aluno procurar um livro. Mas a gente, como professor, não pode deixar de passar esse lado técnico também.

As experiências compartilhadas por Carlos, Bia e Helena lançam luz sobre um aspecto fundamental do ensino de Ciências, em particular da Química: o equilíbrio entre a precisão técnica e a acessibilidade na comunicação dos conceitos. Carlos relata que é frequentemente questionado por utilizar termos técnicos como “volatilidade química”, mas, ao mesmo tempo, reconhece a importância dessa abordagem ao perceber sua validade nas análises pedagógicas.

Seu método, que liga conceitos técnicos a fenômenos observáveis (como a relação entre volatilidade e ponto de ebulição), é essencial para uma compreensão mais profunda da disciplina.

Bia enfrenta críticas semelhantes, mas também percebe a relevância de discutir conceitos complexos e técnicos. Essa abordagem não é apenas um “falar bonito”, mas uma necessidade que visa a integrar os alunos ao “universo químico”. A capacidade de compreender e utilizar a terminologia técnica é crucial para o aprendizado científico, pois esses termos carregam significados específicos e nuances que são perdidas se comunicadas em uma linguagem demasiadamente simplificada.

Helena, por sua vez, destaca a importância das analogias no ensino, mas sem negligenciar o aspecto técnico. A analogia pode ser uma ferramenta poderosa para tornar conceitos complexos mais acessíveis, mas a professora ressalta que isso não deve substituir a precisão técnica. O papel do educador, portanto, é encontrar um equilíbrio entre a precisão técnica e a simplificação, de modo que os estudantes possam se envolver com o material de uma maneira que seja, ao mesmo tempo, compreensível e rigorosa.

Essas discussões refletem um desafio central no ensino de Ciências: como transmitir conhecimento técnico de maneira que seja compreensível, sem comprometer sua precisão e profundidade? Isso exige dos educadores uma habilidade constante de adaptação e inovação em suas metodologias de ensino, buscando maneiras de tornar o conteúdo acessível, ao mesmo tempo em que preservam sua integridade científica. A discussão entre Carlos, Bia e Helena demonstra a importância de um diálogo contínuo e reflexivo sobre as práticas pedagógicas, partindo das métricas estatísticas.

Nesse sentido, a Ensinometria propõe uma fusão entre métodos de análise estatística e princípios educacionais com o intuito de avaliar, interpretar e aprimorar os processos de ensino e aprendizagem. Esta abordagem reconhece a avaliação como um instrumento dialógico entre esses procedimentos, operando na intersecção desses dois campos.

No entanto, o último encontro do curso, ao serem questionados sobre já terem realizado alguma apropriação dos resultados dessa forma, a fala de Carlos é representativa: “Não, a primeira vez que eu escutei falar foi com você.”. Luiz complementa com a sua experiência de vinte e oito anos em escolas e diz: “Não, eu até aprendi assim, de cursinho mesmo, sabe, para poder passar uma instrução para os alunos, de TRI, mas, assim, dessa maneira assim, tão aprofundada assim, para gente que é leigo, de fora, nunca tinha visto.”. A fala de Carlos e o complemento de Luiz destacam uma lacuna significativa na formação e prática pedagógica de

muitos educadores, especialmente em relação à apropriação e interpretação de dados de avaliações educacionais como o Enem, que utiliza a TRI. Essa lacuna é particularmente relevante na área de educação em Ciências, em que o entendimento de conceitos complexos e a habilidade de aplicá-los em diferentes contextos são essenciais.

Carlos, ao dizer “Não, a primeira vez que eu escutei falar foi com você [...]”, indica que, apesar de sua experiência como educador, ele não teve contato anterior com abordagens detalhadas para interpretação e utilização de resultados de avaliações baseadas na Psicometria, como a TRI. Isso sugere que muitos professores podem não estar familiarizados com as nuances das ferramentas de avaliação que são usadas para medir o desempenho dos seus alunos. Por outro lado, Luiz menciona que, apesar de ter aprendido sobre a TRI em contextos de cursinho, ele não tinha sido exposto a uma abordagem tão aprofundada e adaptada para educadores que não são especialistas em psicometria. Isso realça uma questão fundamental na formação docente: a necessidade de capacitar os professores não apenas em relação ao conteúdo que ensinam, mas, também, no que diz respeito às metodologias de avaliação e interpretação de dados que impactam diretamente o ensino e a aprendizagem. Esses depoimentos revelam a importância de integrar o conhecimento sobre avaliações educacionais à formação continuada dos professores. Isso inclui instruí-los sobre a interpretação de dados de avaliações de larga escala e sobre a utilização dessas informações para aprimorar o ensino e o aprendizado em sala de aula.

Em relação às atividades propostas no curso, Clara se expressa de forma significativa:

Eu achei bem difícil também a gente informar quais os possíveis caminhos que os estudantes fizeram para marcar uma alternativa diferente do gabarito. A gente tem que pensar com a cabeça do aluno. Eu fiquei pensando assim: como que é difícil! Depois que a gente aprende, a gente fazer errado, né?.

Este trecho ressalta uma questão fundamental no contexto educacional, especialmente quando se trata de avaliar e entender o processo de aprendizagem dos alunos. A reflexão mencionada ilumina a complexidade do ato de se colocar na posição dos estudantes para discernir as razões pelas quais eles escolhem determinadas respostas em um teste, principalmente quando seus raciocínios são diferentes dos corretos. A ideia de “pensar com a cabeça do aluno” se configura como um desafio significativo para educadores. Esse exercício envolve uma compreensão profunda não apenas do conteúdo ensinado, mas, também, de como os alunos processam e aplicam esse conhecimento. Quando um professor domina um assunto, pode ser difícil se lembrar das dificuldades e dos mal-entendidos comuns que os estudantes

enfrentam ao aprender o mesmo conteúdo. Esse desafio é agravado pela diversidade de pensamentos e abordagens dos alunos para resolver problemas. Cada estudante tem seu próprio conjunto de experiências, conhecimentos prévios e estratégias de resolução de problemas, o que pode levar a diferentes caminhos de raciocínio e, conseqüentemente, a respostas variadas.

Além disso, o comentário “depois que a gente aprende, a gente fazer errado” ressalta a discrepância entre o conhecimento do professor e a experiência de aprendizado do aluno. Para um professor, um erro que parece básico pode ser difícil de compreender, no entanto, para um aluno que ainda está no processo de aprendizagem, os equívocos são parte natural e importante do desenvolvimento cognitivo.

Helena destaca a importância da prática docente ativa e do envolvimento contínuo com os alunos para compreender seus processos cognitivos, especialmente em disciplinas como a Química:

Para mim, pensar no caminho cognitivo que o estudante fez exige prática docente. Exige estar trabalhando na escola e estar em contato com o aluno o tempo todo. Exige, também, que eu submeta o estudante a algumas avaliações de questões abertas, para eu ver exatamente o desenvolvimento dele, nem que seja como atividade em sala de aula, nem que seja como um exercício, e recolher isso, né, para poder fazer essa análise depois. Porque só assim que eu vou conseguir observar quais são os possíveis caminhos que os estudantes fazem quando vão tentar resolver uma atividade de Química, mobilizar um conceito de Química e pra onde ele vai, né, pra onde ele vai se orientar ali, porque eu vou colocar essa alternativa nessa avaliação.

Helena ressalta que, para entender os “caminhos cognitivos” que os alunos tomam ao resolver problemas, os educadores precisam de uma conexão constante com seu público e uma abordagem pedagógica que vá além das avaliações tradicionais. A ênfase na necessidade de “[...] estar trabalhando na escola e estar em contato com o aluno o tempo todo.” reflete a ideia de que o entendimento dos processos cognitivos dos alunos não é algo que possa ser totalmente capturado por métodos demasiadamente teóricos. O sucesso dessa abordagem requer uma interação contínua e direta com os estudantes, permitindo que o professor de Química observe e compreenda as maneiras pelas quais seus aprendizes abordam e processam as informações dessa Ciência.

O trecho também aponta para a importância das avaliações com questões abertas como ferramentas valiosas para se explorar o pensamento dos alunos. Carlos concorda com a fala de Helena e diz:

[...] a gente não pode negligenciar as atividades de resoluções abertas, porque o que a gente vê em muito cursinho, preparatórios, pessoas que estão falando que estão preparando os estudantes somente com questões fechadas, sem fazer

uma reflexão como essa que a gente está tentando fazer, de observar o que o estudante marcou em cada alternativa. Sem observar quais são os possíveis caminhos que ele poderia fazer, que o meu estudante faz.

Diferente das questões de múltipla escolha, que podem limitar a análise do raciocínio do aluno a escolher a resposta “correta” ou “errada”, as questões abertas permitem uma visão mais aprofundada do processo de pensamento do aluno. Elas podem revelar como os estudantes mobilizam conceitos de Química, suas estratégias de resolução de problemas e como aplicam seus conhecimentos em contextos específicos. A abordagem, que inclui “colocar alternativas nessa avaliação”, conforme dito por Helena, sugere a criação de situações de teste que desafiem os alunos a explicar seu raciocínio, proporcionando aos educadores uma janela para a forma como os estudantes compreendem e aplicam conceitos. Por meio dessa análise, os professores podem identificar padrões de pensamento, mal-entendidos comuns e áreas que requerem mais atenção e/ou abordagens diferentes de ensino.

Em resumo, as falas finais dos professores enfatizam que uma compreensão aprofundada dos processos cognitivos dos alunos em Química requer uma prática docente engajada, avaliações bem pensadas e uma abordagem pedagógica que valorize o pensamento crítico e analítico. Isso beneficia os alunos, ajudando-os a desenvolver um entendimento mais sólido dos conceitos, e, também, enriquece a prática de ensino, fornecendo aos educadores informações relevantes para aprimorar suas estratégias pedagógicas.

Sobre as dificuldades encontradas para realizar as atividades propostas no curso, Carlos levanta uma questão importante:

Então, professor, você falando isso, porque primeiro eu fiz, eu sou bacharel em química industrial, depois eu não fiz licenciatura, eu fiz formação pedagógica. Sim. E eu tive estatística básica no Bacharelado em Química Industrial, e aí fiquei pensando no que você falou: será que não seria viável estatística para cursos de licenciatura?.

Helena reflete sobre seu processo formativo na licenciatura plena, relata a sua experiência:

Então, a estatística a gente tem a probabilidade, né? Probabilidade. Mais nada.... Não, não tive nada de Estatística, nada. Outro dia o meu marido, que estava estudando estatística, ele veio me perguntar umas coisas, eu falei, isso aí eu não posso te ajudar em nada, porque a gente que cursou licenciatura não viu nada.

Bia concorda complementa a reflexão de Helena, pois as duas professoras se formaram na mesma instituição:

Eu acho assim, um erro também. Eu falei porque a gente tem algumas disciplinas que são totalmente desnecessárias. Poderia talvez reduzir algum dos cálculos, porque a gente faz cálculo 1, 2 e 3, e não faz uma disciplina de Estatística, pensando que a gente vai realizar pesquisa. Como isso é importante para analisar dados? Isso não é pensado no currículo. A gente precisa resgatar que o professor precisa entender dos dados para interpretar eles na educação.

A discussão levantada por Carlos, Helena e Bia aborda uma questão central na formação de professores, especialmente na área de Ciências: a inclusão de estatística e análise de dados nos currículos de licenciatura. A ausência dessa formação em Estatística e interpretação de dados revela uma lacuna significativa inerente à preparação de professores que lidam com as realidades do ensino contemporâneo, particularmente em relação à pesquisa e à avaliação educacional. Carlos, com sua formação em Química industrial e Pedagogia, ressalta a importância desse campo do saber e questiona sua ausência nos cursos de licenciatura. Sua experiência destaca que mesmo uma base em estatística básica pode ser útil para entender e aplicar métodos quantitativos no contexto educacional.

Helena, por outro lado, ilustra um cenário comum em muitos cursos de licenciatura, nos quais a Estatística e a análise de dados são negligenciadas ou sub-representadas. Sua incapacidade de auxiliar em questões estatísticas reflete uma deficiência na formação que pode limitar as habilidades do professor ao realizar pesquisas educacionais eficazes ou interpretar dados de avaliações em larga escala, como o Enem. Bia reforça essa observação, apontando para uma desconexão entre o currículo da licenciatura e as necessidades práticas dos professores. Ela critica a ênfase excessiva em algumas disciplinas matemáticas, como cálculo, em detrimento da estatística, que seria mais aplicável ao contexto da pesquisa educacional e análise de dados.

Essa discussão ressalta a necessidade de uma reformulação dos currículos de licenciatura para incluir a Estatística e a análise de dados como componentes essenciais. Professores bem equipados com habilidades consolidadas nessas áreas podem interpretar melhor os resultados de avaliações, identificar tendências e problemas no aprendizado dos alunos, e adaptar suas práticas de ensino de forma mais consciente e eficaz. Além disso, a realização e interpretação de pesquisas é crucial para os professores, não apenas para o desenvolvimento profissional contínuo, mas, também, para que possam contribuir com a comunidade educacional. Incluir Estatística e análise de dados nos currículos de licenciatura não só aprimora a formação dos professores, mas, também, potencializa a qualidade do ensino e da pesquisa educacional em geral.

Neste panorama, Bia indaga sobre as implicações de se ter profissionais habilitados à interpretação de dados estatísticos na escola:

É muito engraçado, né? Tipo assim, essa questão de a gente analisar esses itens. Como que na escola a gente não discute isso? Seria importante ter um tempo destinado a essas práticas, a gente vai conduzir o aluno mais claramente sobre os conceitos, o caminho, né?.

A reflexão trazida por Bia aborda um ponto crucial na Educação: a importância de discutir e analisar as práticas de avaliação nas escolas, algo que muitas vezes é negligenciado nesse ambiente. A fala sugere que a análise crítica dos itens de avaliação dentro do contexto escolar poderiam ser extremamente benéficas tanto para os educadores quanto para os alunos. Primeiramente, nota-se que ao discutir as práticas de avaliação, os professores têm a oportunidade de compreender melhor como as questões de exames, como as do Enem, são estruturadas. Isso permite que eles orientem os alunos não apenas sobre o conteúdo, mas, também, sobre as habilidades de raciocínio necessárias para responder a essas questões de maneira eficaz. Além disso, essas discussões podem ajudar os professores a desenvolverem suas próprias avaliações de forma mais alinhada com os padrões nacionais ao invés de extraí-las da internet, garantindo que os alunos se desenvolvam para exames de larga escala.

No que diz respeito aos alunos, a compreensão das estruturas e objetivos das questões de avaliação é fundamental. Isso não apenas os ajuda a se prepararem melhor para os exames, mas, também, desenvolve habilidades críticas de pensamento e análise. Além disso, discutir as práticas de avaliação em sala de aula pode ajudá-los a entender o propósito dessas avaliações, que vão além de, simplesmente, medir o conhecimento, pois desenvolvem habilidades e competências essenciais. Nesse sentido, consideramos a ideia de reservar um tempo específico para essas práticas como algo de grande valia. Isso demonstra uma abordagem proativa e dedicada ao ensino, cujo foco não está apenas no conteúdo programático, mas, também, no desenvolvimento contínuo dos alunos para o processo de avaliação, algo que é uma parte integrante da jornada educacional. No que diz respeito ao enfoque em estruturas e objetivos Marcus demonstra ter pensado sobre a fala de Bia e refletiu sobre a sua própria prática:

Eu fiquei pensando aqui, quando a Bia fala de a gente não discutir, talvez a gente converse sobre isso, mas a gente bota na conta da aleatoriedade. Parece que é aleatório, sabe? Não tem uma análise desse nível. O estudante deveria acertar, mas, eventualmente, ele errou. Fica na conta de que talvez ele tenha chutado, talvez ele tenha se confundido, talvez foi uma falta de atenção. Fica muito nesse plano mais imagético do que de fato teórico, como a gente viu

aqui. É como se fosse uma conversa fora de sala de aula, porque eu nunca discuti isso nas escolas.

Essa reflexão destaca um aspecto importante do processo educacional: a maneira como professores e educadores interpretam e discutem os erros e acertos dos alunos em avaliações. A observação sugere que, muitas vezes, os erros dos alunos são atribuídos a fatores aleatórios como chutes, confusões ou falta de atenção, ao invés de serem analisados sob uma perspectiva mais teórica e sistemática. A ideia de que os erros dos estudantes são frequentemente considerados como resultado de aleatoriedade reflete uma possível lacuna na abordagem pedagógica. Em vez de apenas categorizar um erro como um lapso casual, há uma oportunidade valiosa para que os educadores compreendam as razões subjacentes a esses erros. Isso pode envolver uma análise mais aprofundada dos processos cognitivos dos alunos, suas estratégias de aprendizado e, até mesmo, a eficácia dos métodos de ensino utilizados. Ademais, atribuir erros a fatores aleatórios pode minimizar a importância de se discutir e compreender os desafios enfrentados pelos alunos. Por exemplo, se um aluno erra sistematicamente em questões de um determinado tipo, isso pode indicar uma lacuna em seu entendimento ou habilidades em uma área específica, e não simplesmente revela falta de atenção ou “chute”.

Outro ponto relevante é o fato de que essas discussões raramente acontecem no ambiente escolar formal. Isso indica uma necessidade de mudança na cultura escolar que vise fomentar discussões sobre o processo de aprendizagem, incluindo erros e acertos. Incorporar essas conversas de forma estruturada e reflexiva pode promover uma aprendizagem mais significativa, ajudando os alunos a desenvolverem um entendimento mais profundo da avaliação e das escolhas dos materiais didáticos, como livros, vídeos, experimentos, além de uma maior consciência de suas próprias estratégias de aprendizado.

As reflexões de Bia e Marcus apontam para a importância de uma abordagem mais analítica e menos aleatória no tratamento dos resultados de avaliações. Isso não só beneficia os alunos em seu processo de aprendizagem, mas, também, oferece aos educadores suporte para refletir sobre suas práticas de ensino. Helena concordou com os colegas afirmando que

[...] A gente acaba conversando com os alunos, mas sem ter um grau de profundidade elevada sobre o assunto. Acaba sendo muito mais de experiência de trabalho do que de formação técnica. Nesse caso, uma formação técnica vem agregar muito mais valor à prática para esclarecer aos alunos sobre o conhecimento do teste ali.

A declaração de Helena soma a esse cenário uma realidade comum no ambiente educacional: a tendência de professores e alunos discutirem sobre avaliações e testes baseando-se mais em experiências de trabalho do que em uma fundamentação técnica e teórica sólida. Isso levanta questões importantes sobre a formação dos educadores e a abordagem pedagógica nas escolas. Primeiramente, a ênfase na experiência de trabalho em detrimento de uma formação técnica detalhada pode ter implicações significativas na qualidade do ensino. Enquanto a experiência prática é indubitavelmente valiosa, a falta de uma base teórica sólida pode limitar a habilidade de o professor oferecer explicações profundas e analíticas. Isso pode levar a uma compreensão superficial dos testes e avaliações por parte dos alunos, impedindo-os de desenvolver sua criticidade. Além disso, a conjectura de que uma formação técnica agregaria mais valor ao professor sugere que há uma necessidade de investimento na capacitação profissional dos educadores. Isso envolve não apenas o domínio do conteúdo, mas, também, o conhecimento sobre técnicas de Avaliação, Psicometria, Pedagogia e Didática. Com uma formação técnica mais robusta, os professores estariam melhor equipados para discutir sobre os aspectos teóricos dos testes e avaliações, proporcionando aos alunos devolutivas mais precisas.

Por fim, essa abordagem técnica e fundamentada tem o potencial de transformar a maneira como os alunos experienciam as avaliações. Em vez de vê-las apenas como um meio para se obter notas, eles podem se valer das avaliações como ferramentas para medir o próprio progresso, identificar áreas de melhoria e desenvolver o pensamento crítico. Isso poderia levar a uma mudança positiva na cultura de aprendizado. Essa discussão, portanto, aponta para a importância de se equilibrar experiência prática e formação técnica na educação, visando enriquecer os processos de aprendizagem e melhorar os resultados educacionais.

Nesse sentido, a discussão apresentada pelos docentes de Química sugere que promover a cultura da avaliação educacional dentro da comunidade escolar é uma tarefa complexa, que vai além da implementação de políticas ou práticas isoladas. Ela implica na adoção de novos comportamentos e na reestruturação de atitudes tanto dos educadores quanto dos alunos. Isso envolve educar a comunidade escolar sobre a importância e o propósito das avaliações, bem como desenvolver uma compreensão mais aprofundada sobre como esses instrumentos podem ser utilizados para melhorar o ensino e a aprendizagem. É imprescindível, também, a construção de uma mentalidade que valorize o aprimoramento contínuo e a reflexão crítica, aspectos fundamentais para a eficácia da avaliação educacional e para a evolução constante do processo de ensino-aprendizagem.

Destacamos, nesse cenário, a necessidade de integrar na formação inicial e continua dos licenciandos e professores a discussão sobre avaliações educacionais em testes de larga escala, contemplando a análise de dados e a interpretação de resultados de testes. Nesse contexto, as escolas se beneficiariam ao criar espaços dedicados para a discussão e análise de resultados de avaliações, em que os professores poderiam compartilhar percepções e estratégias para abordar as dificuldades de aprendizagem identificadas. Tal prática não só melhoraria a qualidade do ensino, mas, também, ajudaria a preparar os alunos de maneira mais eficaz para futuras avaliações e desafios acadêmicos.

Baseando-se nas discussões apresentadas e nas seções anteriores, torna-se premente o surgimento da Ensinometria. Esse campo nasce da reflexão dos professores de Química participantes desta pesquisa sobre suas práticas pedagógicas e os seus processos de formação. Tal forma de direcionar o ensino foca nos atributos pedagógicos em conjunto com as métricas estabelecidas tanto pela Psicometria Clássica quanto pela Moderna, empregando, também, parâmetros da TCT e da TRI. Esse movimento se justifica porque, no cerne da Ensinometria, está o uso de técnicas quantitativas para a análise de percursos cognitivos e o estímulo a uma reflexão profunda sobre as práticas de ensino. Isso envolve a avaliação do desempenho dos alunos em testes, a eficiência dos métodos pedagógicos, a análise de padrões de aprendizagem e a identificação de áreas que requerem melhorias. Ao empregar métodos estatísticos e analíticos, a Ensinometria busca oferecer ao processo de ensino-aprendizagem uma compreensão mais aprofundada e fundamentada em evidências. Além disso, esse campo pode se valer da análise de grandes volumes de dados educacionais para discernir tendências e padrões, algo particularmente relevante na era atual, quando a intersecção entre Tecnologia da Informação e Educação está cada vez mais evidente. Adicionalmente, a Ensinometria contribui para moldar políticas educacionais, desenvolver currículos mais eficazes e criar estratégias de ensino personalizadas e adaptadas às necessidades dos alunos.

Logo, a Ensinometria surge como uma abordagem inovadora que habilita a comunidade escolar a avaliar, interpretar e aperfeiçoar os processos de ensino e aprendizagem através de um método misto que combina análise pedagógica e estatística. Esta abordagem considera a avaliação de larga escala como um instrumento dialógico que estabelece um elo entre os processos de ensino e de aprendizagem, operando na intersecção entre esses dois campos. Além disso, conforme este estudo evidencia, a Ensinometria emerge como uma ferramenta essencial na formação de professores de Química, oferecendo uma perspectiva mais rica e diversificada sobre o processo educativo. Ela enfatiza a importância da interpretação, aplicação e

contextualização do conhecimento, contrapondo-se à simples quantificação de resultados, em consonância à crítica construída por Clarice Lispector na crônica “Você é um número”.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No cerne deste estudo está a seguinte questão: “Como a apropriação das métricas da Teoria de Resposta ao Item das avaliações de grande escala, como o Enem, e as percepções dos professores de Química sobre essas avaliações podem influenciar a qualidade e a abordagem do ensino de Química para alunos concluintes do Ensino Médio no Brasil?”. Logo, esta pesquisa busca investigar o impacto da compreensão e da aplicação das métricas da TRI por professores de Química, analisando a forma como esses dados afetam a eficácia do ensino dessa disciplina. Investigando a relação entre a análise de dados do Enem e a prática pedagógica, o estudo busca entender como um conhecimento aprofundado dessas métricas pode melhorar as estratégias de ensino, a adequação curricular e a qualidade geral da educação científica no Ensino Médio.

No processo investigativo incluímos a perspectiva dos professores sobre o Enem, avaliando como a compreensão do funcionamento de métricas influencia as práticas educacionais, incluindo mudanças curriculares e preparação dos alunos para avaliações em larga escala. Em particular, explora-se o entendimento dos professores sobre aspectos componentes da TRI, como dificuldade dos itens e discriminação, e como isso pode se traduzir em uma abordagem pedagógica mais integrada e orientada por dados no contexto educacional brasileiro.

Nesta pesquisa, adotamos uma metodologia robusta e estruturada, combinando abordagens quantitativas e qualitativas para uma análise multifacetada. O estudo se desdobrou em dois atos metodológicos principais: entrevistas semiestruturadas com professores de Química e uma análise detalhada da base de dados do Enem. Essa abordagem possibilitou uma visão ampla das percepções dos professores sobre avaliações externas e os seus impactos na prática pedagógica. Incluímos, também, a análise de itens específicos do Enem, além de discussões que integraram conceitos estatísticos e pedagógicos, ocorridas em um curso de extensão para professores. Mesmo que tenhamos enfrentado limitações no decorrer do estudo, como uma amostra geograficamente restrita a Minas Gerais, a adaptação de entrevistas para o formato online devido à pandemia de COVID-19, e a alta taxa de desistência no curso que oferecemos, consideramos que essas ocorrências não diminuem a relevância do estudo no que tange à investigação da relação entre avaliações em larga escala e práticas pedagógicas em Química.

Sendo assim, na prática, estudo partiu da hipótese de que professores de Química tinham pouca familiaridade com avaliações externas, o que prejudicaria a continuidade e a reflexão crítica sobre o ensino e as avaliações de larga escala. No entanto, a análise dos dados e

percepções dos professores revelou um quadro diferente: as entrevistas semiestruturadas mostraram que muitos professores integram avaliações externas, especialmente o Enem, em suas práticas pedagógicas. Os perfis variados dos professores entrevistados indicaram diferentes graus de familiaridade com avaliações em larga escala. No entanto, observamos um engajamento limitado em relação às métricas da TRI e uma consciência demasiadamente restrita sobre sua aplicabilidade no ensino.

Na seção 7.1 desta pesquisa, abordamos a intrincada realidade do ensino de Ciências no Brasil, utilizando dados do Enem e outros indicadores para embasar nossa análise. Detectamos que a eficácia e a representatividade do Enem como método de avaliação e acesso ao Ensino Superior são influenciadas por múltiplos fatores, tais como a diversidade de experiências entre escolas públicas e privadas, além das variações de gênero e as inequidades educacionais entre diferentes grupos sociais e étnicos. Os índices do Enem sobre a proficiência em Ciências da Natureza, coletados de 2014 a 2022, revelam tendências e discrepâncias notáveis no ensino de Ciências no país. Esses dados indicam que o Enem se destaca como um canal crucial para estudantes de escolas públicas acessarem o Ensino Superior. Contudo, há uma diferença considerável em relação à proficiência de alunos de escolas públicas em comparação com os que frequentam o ensino privado.

Observamos que, apesar dos avanços já realizados, ainda existem desigualdades acentuadas na proficiência média em Ciências da Natureza, sobretudo quando examinadas à luz de variáveis como gênero, raça e situação socioeconômica. Isso sinaliza a necessidade urgente da implementação de políticas educacionais mais inclusivas e ajustadas às realidades de grupos diversos, visando reduzir as disparidades e fomentar um ensino de qualidade para todos. Especificamente sob a perspectiva de gênero nota-se que mesmo que haja uma maior participação feminina no Enem, os estudantes do sexo masculino têm, consistentemente, alcançado uma proficiência média superior em Ciências da Natureza. Essa situação demanda a aplicação de políticas educacionais que promovam a igualdade de oportunidades e combatam estereótipos de gênero, incentivando a participação feminina em todas as áreas do saber, especialmente nas Ciências.

Quanto à variável cor/raça, alunos que se autodeclararam brancos, consistentemente, apresentam médias mais altas, expondo desigualdades estruturais no sistema educacional do Brasil. Logo, torna-se imprescindível a implementação de políticas educacionais inclusivas para superar as barreiras enfrentadas por estudantes de comunidades marginalizadas.

A inclusão de alunos com deficiência também é vital. Embora o Enem tenha empreendido avanços consideráveis em relação à acessibilidade de estudantes cegos e surdos durante a realização dos exames, os dados apontam para a necessidade de estratégias pedagógicas mais efetivas para o atendimento de necessidades específicas desses alunos. Neste estudo, também ressaltamos a importância de estratégias pedagógicas inovadoras, como a abordagem STEAM, e a necessidade de uma decolonização científica para acolher uma ampla variedade de conhecimentos e práticas científicas.

A análise por estados evidencia que fatores sociodemográficos e econômicos, como o IDH e a distribuição de renda, influenciam diretamente a proficiência em Ciências. Estados com maior investimento em educação, geralmente, apresentam melhores resultados. Além disso, a variabilidade das pontuações dentro de cada estado indica a necessidade de políticas educacionais mais adaptadas às realidades locais. Nossa análise conclui, portanto, que, para progredir no ensino de Ciências no Brasil, é crucial adotar uma abordagem abrangente que considere todos os aspectos do sistema educacional, incluindo políticas públicas, práticas pedagógicas e a diversidade cultural e socioeconômica dos estudantes. Assim, será possível assegurar que todos tenham acesso equitativo a uma educação científica de qualidade, independentemente de suas origens, gênero, raça ou condição socioeconômica. Para que esse avanço torne-se viável são necessários investimentos em infraestrutura, na formação de professores, nos recursos didáticos e no desenvolvimento de práticas pedagógicas inovadoras que atendam às necessidades de todos os estudantes.

No entanto, é necessário reconhecer a fragilidade de uma análise voltada à diversidade dos estudantes a partir dos dados do Enem, pois é possível que esses índices não representem de forma realista essa multiplicidade, mesmo que o estudo apresentado na seção 7.1 proporcione uma visão metodológica abrangente sobre a proficiência em Ciências da Natureza de estudantes do Ensino Médio no Brasil. Isso aponta para a necessidade de que haja mais pesquisas e aprofundamentos em diversas áreas. A estratégia de triangulação de dados, embora enriquecedora, enfrenta desafios na consistência e comparabilidade entre as fontes.

Além disso, a análise qualitativa de documentos oficiais pode estar sujeita a vieses interpretativos. As categorizações utilizadas particularmente em relação a gênero, raça e deficiências, podem não capturar completamente a complexidade dessas dimensões. A metodologia empregada na conversão de variáveis qualitativas em quantitativas e no cálculo das médias pode simplificar fenômenos complexos, ocultando variações importantes. Fatores como contexto socioeconômico e qualidade da educação prévia, são também cruciais para o

entendimento do desempenho dos alunos em Ciências da Natureza. Há, adicionalmente, riscos de viés de confirmação na interpretação dos dados e limitações ligadas ao uso do software IBM SPSS *Statistics* 22.

Essas considerações apontam para a importância de abordagens mais cautelosas na interpretação dos resultados e sublinham a necessidade de que haja pesquisas futuras mais detalhadas e extensas para se abordar essas lacunas e aprimorar a compreensão dos fenômenos estudados. Além disso, é fundamental reconhecer que as avaliações de larga escala devem adaptar-se às diversas realidades do sistema educacional, adotando estratégias para garantir um acesso universal a um ensino de Ciências de alta qualidade, que leve em conta as especificidades de cada comunidade e região. Isso implica na necessidade de investimentos significativos em infraestrutura escolar, no desenvolvimento de materiais didáticos adequados e na capacitação dos professores. Também é essencial promover um ambiente educacional em Ciências que respeite e incorpore diferentes perspectivas e tradições culturais, assegurando que a Educação Científica no Brasil, particularmente no ensino de Química, prepare todos os estudantes para os desafios contemporâneos do século XXI.

No intuito de compreender o cenário atual do ensino de Química, a seção 7.2 deste estudo se concentrou nas percepções dos professores sobre avaliações externas, especialmente o Enem, e nas formas de integração dessas avaliações em suas práticas pedagógicas. A investigação revelou que, após quinze anos de aplicação do Enem, os professores de Química apresentam uma gama diversa de percepções e estratégias de adaptação a essas ferramentas avaliativas. Suas respostas não apenas refletem opiniões pessoais, mas, também, desafios sistêmicos, falhas de compreensão e áreas passíveis de melhoria em relação às políticas e práticas de avaliação educacional.

Identificamos que percepções dos educadores participantes da pesquisa devedem-se em três categorias principais: “Má utilização dos dados e Desconfiança”, “Desorganização e Falta de sentido”, e “Incompletas e Não representativas”. Essas categorias percepções apontam para a necessidade de uma formação mais especializada para que os educadores possam utilizar essas avaliações de maneira efetiva.

Além disso, observamos que os professores adaptam suas aulas e currículos para se alinharem às exigências do Enem, embora isso possa levar a uma abordagem mais focada no exame em detrimento de uma educação em Química mais abrangente.

A integração de questões de avaliações externas nas atividades de sala de aula revelou-se como uma prática comum, mas a análise crítica dos resultados em conjunto com os alunos é

menos frequente, indicando a perda de oportunidades de utilização desses resultados para aprimorar o ensino e a aprendizagem. Além disso, os professores demonstram-se flexíveis para atender às necessidades e interesses dos alunos, equilibrando os requisitos curriculares. Contudo, a percepção sobre a utilidade das avaliações externas varia, pois alguns professores expressam desconfiança quanto à confiabilidade e equidade dessas avaliações.

Concluimos que, em relação à apropriação das avaliações externas, o perfil do professor de Química é multifacetado e dinâmico. Urge a necessidade de uma abordagem mais integrada e reflexiva na formação dos professores de Química, que envolve não apenas a preparação para o ensino do conteúdo, mas, também, a capacitação para a compreensão e aplicação de avaliações externas em suas práticas pedagógicas. Isso é vital para alinhar o ensino de Química às exigências contemporâneas e promover uma educação de qualidade que atenda às necessidades de todos os alunos. Diante dessa variação na percepção dos professores sobre a utilidade das avaliações externas, que vai desde o reconhecimento de um impacto psicológico positivo nos bons resultados até a desconfiança em relação à sua confiabilidade e equidade, fica evidente a necessidade de uma compreensão e formação mais aprofundadas. As abordagens dos professores variam entre adaptativas e críticas a práticas mais focadas e diretas, e até mesmo limitadas, mas conscientes.

Para que essa lacuna seja preenchida, propomos uma abordagem que denominamos análise mista, a qual integra princípios pedagógicos e estatísticos. Essa metodologia envolve uma investigação minuciosa dos dados do Inep, concentrando-se nos itens de Química do Enem de 2013 a 2017. Através da análise psicométrica, identificamos aspectos importantes relacionados à dificuldade e discriminação das questões, proporcionando informações relevantes para aprimorar tanto a prática pedagógica em Química quanto a construção de avaliações futuras.

Ao examinarmos os parâmetros de dificuldade (“b”) e discriminação (“a”) dos itens, observamos uma ampla variedade de desafios enfrentados pelos estudantes. Identificamos itens com altos níveis de dificuldade e outros com dificuldades mais baixas, refletindo a diversidade de habilidades e conhecimentos dos alunos em Química. A relação entre o parâmetro “b” e a taxa de acertos dos alunos reforçou que o “b” é um indicador eficaz da dificuldade enfrentada pelos estudantes. Além disso, a análise da probabilidade de acerto ao chutar (“c”) dos itens nos forneceu indicadores sobre a eficácia das questões em discriminar entre alunos de diferentes níveis de desempenho.

A análise da porcentagem de marcação por alternativa em cada item ofereceu uma compreensão mais aprofundada da interação dos alunos com as questões. Isso nos permitiu identificar concepções equivocadas e áreas de dificuldade entre os estudantes, possibilitando que os educadores ajustem suas abordagens pedagógicas. A correlação ponto-bisserial revelou a eficácia dos itens em discriminar entre diferentes níveis de habilidade dos alunos, ressaltando a necessidade de uma abordagem multidisciplinar na avaliação dos itens de teste.

Nosso estudo sobre o Enem de 2013 e suas implicações para o ensino de Química refletiu sobre a interação entre o conhecimento teórico e a prática pedagógica. Reconhecemos as avaliações educacionais como ferramentas diagnósticas valiosas, que, efetivamente, orientam os educadores na adaptação e melhoria de suas metodologias de ensino. A análise psicométrica combinada com uma abordagem pedagógica nos permitiu explorar as razões por trás das escolhas dos alunos, destacando lacunas em seu entendimento e aplicação dos conceitos de Química. Identificamos desafios específicos, como a dificuldade em resolver questões complexas, e padrões comuns de erros, identificando áreas em que os estudantes, frequentemente, interpretam ou aplicam, incorretamente, os conceitos químicos. Essas descobertas são essenciais para o trabalho dos educadores, pois indicam a necessidade mais ênfase na compreensão conceitual, na resolução de problemas e no pensamento crítico. A exploração dos parâmetros psicométricos nos permitiu identificar itens que podem não ser eficientes em discriminar entre estudantes de diferentes níveis de habilidade, sugerindo a necessidade de revisão desse aspecto em avaliações futuras.

Em resumo, nossa análise enfatiza a importância de uma abordagem pedagógica integrativa, promovendo um ensino de Química contextualizado e voltado para o desenvolvimento de habilidades críticas e práticas. Como educadores, devemos adaptar nossas estratégias de ensino às descobertas das avaliações, preparando os estudantes não apenas para exames, mas, também, para uma compreensão efetiva e aplicação dos conceitos de Química. O desenvolvimento e execução do curso de extensão “A Química sob a ótica estatística do Enem: o que professores dessa disciplina precisam saber” revelou-se um marco importante para aprimorar a prática docente. Esse curso proporcionou aos professores ferramentas analíticas e estatísticas essenciais para uma compreensão mais aprofundada dos itens de avaliação do Enem, destacando a relevância das devolutivas pedagógicas dos itens. Durante o curso, constatou-se que muitos professores de Química tinham uma compreensão limitada dos métodos e objetivos das avaliações externas, focando, excessivamente, no conteúdo químico das questões e

negligenciando aspectos cruciais, como o desenvolvimento cognitivo dos alunos e o contexto das questões.

Através da prática de análise mista de itens, os participantes do curso tiveram a oportunidade de aplicar as estratégias discutidas, experimentando a análise e interpretação de questões de avaliações externas. Essa experiência fortaleceu a integração de conhecimentos analíticos e estatísticos em suas práticas docentes, fomentando uma abordagem de ensino mais alinhada às demandas das avaliações de larga escala.

A análise dos itens do Enem discutidos no curso revelou importantes lacunas de aprendizagem por meio do desenvolvimento das devolutivas pedagógicas. Por exemplo, a análise dos parâmetros de dificuldade e discriminação dos itens mostrou como diferentes questões desafiam os estudantes e oferecem oportunidades para o desenvolvimento de competências específicas em Química. Além disso, a discussão coletiva entre os professores sobre estes itens proporcionou um entendimento mais aprofundado das estratégias de ensino necessárias para o desenvolvimento dessas habilidades. Em conclusão, o curso de extensão ministrado não somente proporcionou formação aos professores de Química em relação às avaliações externas, mas, também, contribuiu significativamente para a melhoria da qualidade do ensino de Química. Os professores, ao terminarem o curso, estavam mais bem equipados para preparar os alunos para os desafios das avaliações externas e para aplicar, de forma eficaz, os conhecimentos de Química em contextos diversos.

A reflexão sobre a utilização dos resultados do Enem nas edições de 2014 e 2015 durante o curso de extensão destaca a importância de uma análise minuciosa das questões e do desempenho dos estudantes. Esta abordagem não apenas aprimorou a compreensão dos conteúdos e habilidades avaliados, mas, também, enfatizou a necessidade de estratégias de ensino que promovam um aprendizado eficaz e contextualizado. A análise dos itens dessas edições revelou a necessidade dos alunos em aplicar seus conhecimentos de forma integrada e crítica, especialmente quando se trata de temas interdisciplinares, que abrangem desde processos bioquímicos até questões ambientais e tecnológicas. A habilidade de perceber a relação entre conceitos diversos é essencial para o sucesso no Enem e para uma formação científica ampla.

Ademais, durante o curso, as discussões entre os professores de Química evidenciaram a eficácia de uma abordagem colaborativa na análise e interpretação de itens, especialmente na formulação de sentenças descritoras, que auxiliaram na identificação das competências específicas testadas em cada questão, contribuindo para uma reflexão sobre metodologias de

ensino mais adequadas. Além disso, a análise estatística das correlações ponto-bisserial e da consistência interna dos itens ofereceu valiosas informações sobre a eficácia das questões em diferenciar entre alunos em níveis distintos de compreensão. Esta análise ressaltou a necessidade da qualidade da elaboração de itens para que avaliem autenticamente a compreensão dos estudantes, indo além da mera necessidade de memorização.

Em última análise, o curso destacou a importância de preparar os estudantes para aplicar, de forma prática e crítica, o conhecimento científico em contextos reais e desafiadores. Como educadores, somos encorajados a desenvolver estratégias pedagógicas que promovam um entendimento profundo e integrado dos conceitos de Química, preparando os alunos para serem pensadores críticos e cidadãos bem informados em um mundo cientificamente interconectado. A investigação das Questões 51 e 55 do Enem de 2014 e 2015, respectivamente, evidenciou os desafios no processo de ensino e aprendizagem em Química. A interpretação coletiva desses itens evidenciou dificuldades na realização da análise mista e na compreensão estatística e matemática. Ademais, a análise pedagógica revelou lacunas significativas no entendimento dos alunos sobre conceitos fundamentais de Química e suas aplicações práticas.

Diante disso, esta pesquisa ressalta a necessidade de um ensino de Química que transcenda a transmissão de conceitos e contribuam para o desenvolvimento de habilidades críticas e analíticas dos alunos, preparando-os não apenas para exames padronizados, mas, também, para atuarem como cidadãos responsáveis em um mundo dependente da Ciência e da Tecnologia. As análises individuais e coletivas realizadas pelos professores de Química revelaram que a integração da análise mista, que combina elementos pedagógicos e estatísticos, representa um desafio notável. Essa limitação decorre da necessidade de unir dois campos tradicionalmente compreendidos como distintos e até desconectados: a pedagogia, com foco na Arte e Ciência do Ensino; e a Estatística, dedicada à interpretação de dados e informações numéricas. Essa dualidade evidencia a importância de uma abordagem integrada que reconheça e harmonize esses dois aspectos cruciais para o processo educativo.

Acreditamos que a formação inicial e continuada de professores de Química ainda apresenta acentuada ênfase no conteúdo científico, mas pouca exposição às técnicas de análise de dados e estatística. Essa lacuna na formação do docente dificulta a interpretação de dados provenientes de avaliações externas, como o Enem. Adicionalmente, as avaliações externas geram grandes volumes de dados que podem ser complexos e desafiadores. A compreensão dos parâmetros da TRI, por exemplo, requer um entendimento de conceitos estatísticos como discriminação, dificuldade do item e probabilidade de acerto ao acaso. Nesse sentido,

observamos que a formação continuada oferecida para os professores de Química, mesmo após um curso intensivo, ainda enfrenta desafios, especialmente no que tange à compreensão das estatísticas que envolvem a análise do teste e a percepção da avaliação como parte integral do desenvolvimento cognitivo dos alunos. Essas observações sublinham a importância de um processo contínuo e colaborativo de análise e desenvolvimento no ensino de Química que se inicie na graduação e que continue ao longo da trajetória profissional.

Apesar dos desafios, a integração de análises pedagógicas e estatísticas representa uma evolução significativa no campo da Educação, já que os professores de Química que dominam essas técnicas se capacitam a compreender as complexidades do ensino. A análise de dados provenientes de avaliações externas proporciona um melhor entendimento sobre a forma como os alunos assimilam (ou não) os conceitos de Química. Ao reconhecer as dificuldades conceituais dos alunos, em vez de atribuí-las a escolhas aleatórias, eles podem refinar suas estratégias de ensino ao utilizarem as métricas da TRI para analisar os processos cognitivos e atributos pedagógicos dos estudantes.

Ao concluir esta tese, destacamos a crescente relevância da Ensinometria no âmbito educacional, um campo inovador que une métodos de análise estatística a princípios educacionais, mostrando-se essencial para redefinir a formação, o ensino e a gestão da aprendizagem em Química na Educação Básica. As discussões apresentadas pelos professores revelaram como a Ensinometria pode revolucionar a prática docente, destacando a necessidade de entender e abordar as dificuldades conceituais dos alunos em Química, pois promove precisão e profundidade no âmbito da instrução científica, e equilibra a precisão técnica com a acessibilidade na comunicação dos conceitos químicos. A Ensinometria, portanto, surge como uma ferramenta valiosa para a formação de professores de Química, promovendo um entendimento mais profundo dos processos de ensino e aprendizagem e enfatizando a necessidade de uma abordagem pedagógica que valorize a interpretação, aplicação e contextualização do conhecimento, alinhada a uma visão holística e humanizada da educação.

Em resposta a questão de pesquisa, observamos que a apropriação das métricas da TRI das avaliações de grande escala e as percepções dos professores de Química sobre essas avaliações podem influenciar significativamente a qualidade e a abordagem do Ensino de Química para alunos concluintes do Ensino Médio no Brasil. A pesquisa mostrou que, embora inicialmente muitos professores tivessem limitada familiaridade com avaliações externas, a capacitação em TRI e a reflexão sobre suas percepções proporcionaram um maior entendimento sobre as possíveis necessidades dos alunos.

Para o futuro, propomos a continuação do aprofundamento e da expansão da Ensinometria como uma ferramenta crucial para formação de professores, enfatizando a importância da interpretação, aplicação e contextualização do conhecimento. Assim, reforçamos nosso compromisso com uma educação que transcenda a mera classificação em números e que busque uma compreensão mais holística e humanizada do ensino e da aprendizagem de Química.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, Andréia Francisco; DA SILVA, Isabela Vieira; CARVALHO, Vinícius da Silva. Avaliação escolar: o olhar dos licenciandos sobre esse recurso didático. **Com a Palavra, o Professor**, v. 4, n. 10, p. 173-184, 2019.
- ALMEIDA, Gustavo Caetano Oliveira de Faria. Uso dos itens do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) como práticas pedagógicas no contexto da educação ambiental. **Brazilian Journal of Development**, v. 9, n. 5, p. 17446-17466, 2023.
- ALMEIDA, Leandro S. **Teorias da inteligência**. 1988.
- ALVES, Maria Teresa Gonzaga; SOARES, José Francisco. Contexto escolar e indicadores educacionais: condições desiguais para a efetivação de uma política de avaliação educacional. **Educação e Pesquisa**, v. 39, n. 1, p. 177-194, 2013.
- ALVES-BRITO, Alan; ALHO, Kaleb Ribeiro. Educação para as relações étnico-raciais: um ensaio sobre alteridades subalternizadas nas ciências físicas. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 24, 2022.
- ANDRADE, Dalton Francisco de; TAVARES, Heliton Ribeiro; CUNHA VALLE, Raquel da. **Teoria da Resposta ao Item: conceitos e aplicações**. São Paulo: ABE, 2000.
- ANDRADE, J. M. de; LAROS, J. A.; GOUVEIA, V. V. O uso da teoria de resposta ao item em avaliações educacionais: diretrizes para pesquisadores. **Avaliação Psicológica**, v. 9, n. 3, p. 421-435, 2010.
- AUGUSTO, Thaís Gimenez da Silva *et al.* Interdisciplinaridade: concepções de professores da área ciências da natureza em formação em serviço. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 2, p. 277-290, 2004.
- BAKER, Frank B. **The basics of item response theory**. 2001.
- BAKHTIN, Mikhail Mikhailovich. **Estética da criação verbal**. São Paulo: Martins Fontes, 2011.
- BARBOSA, Flávia Renata Pinto. **Avaliação da aprendizagem na formação de professores: teoria e prática em questão**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2011.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto; Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BARROSO, Carmen Lúcia de Melo; MELLO, Guiomar Namó de. O acesso da mulher ao ensino superior brasileiro. **Cadernos de Pesquisa**, n. 15, p. 47-77, 1975.
- BELEI, Renata Aparecida *et al.* O uso de entrevista, observação e videogravação em pesquisa qualitativa. **Cadernos de Educação**, n. 30, 2008.

BELLONI, Isaura. A universidade e o compromisso da avaliação institucional na reconstrução do espaço social. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, v. 1, n. 2, 1996.

BELLONI, Isaura. Avaliação institucional: um instrumento de democratização da educação. **Linhas Críticas**, v. 9, p. 31-58, 1999.

BENNETT, Randy E. Toward a theory of socioculturally responsive assessment. **Educational Assessment**, p. 1-22, 2023.

BERTOTTI, Mauro. Dificuldades conceituais no aprendizado de equilíbrio de produtos químicos envolvendo soluções ácido-base. **Química Nova**, v. 34, p. 1836-1839, 2011.

BESSA, Nícia M. **Alunos do curso colegial**: planos e características sócio-econômicas. Rio de Janeiro: FGV, 1971.

BINET, A.; SIMON, T. Méthodes nouvelles pour diagnostiquer l'idiotie, l'imbécillité et la débilité mentale. In: SANCTIS, Sante de (org.). **Atti del V congresso internazionale di psicologia tenuto in Roma dal 26 al 30 aprile 1905**. Roma: Forzani, 1905. p. 507-510.

CANDELA, Boris Fernando. El diseño y desarrollo de animaciones como estrategia que ayuda a mediar la comprensión del equilibrio químico en la escuela. **Revista Electrónica de Tecnología Educativa**, n. 75, p. 124-136, 2021.

CAPOCCHI, Eduardo Rodrigues. **Avaliações em larga escala e políticas de responsabilização na educação**: evidências de implicações de pessoas no Brasil. 2017. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

CARLOS, Pablo Rafael O. **Avaliações externas de grande escala**. Clube de Autores, 2017.

CARNOY, Martin; LOEB, Susanna; SMITH, Tiffany L. Do Higher State Test Scores in Texas Make for Better High School Outcomes? **Research Report**. 2001.

CARVALHO, Letícia Teles; CINTRA, Elaine Pavini. Diálogo entre currículo, avaliação externa e prática docente. **Anais do XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019.

CARVALHO, Letícia Teles; CISZEWSKI, Elisa de Silvério; CINTRA, Elaine Pavini. Reflexões baseadas no diálogo entre o Exame Nacional do Ensino Médio, currículo e prática docente no ensino de Química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 2, p. 290-307, maio/ago. 2019.

CARVALHO, Vinícius da Silva. Investigando os processos de emergência e modificação de sinais, durante a apropriação da sinalização científica por surdos ao abordar os saberes químicos matéria e energia. 2017. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

CARVALHO, Vinícius da Silva; AFONSO, Andréia Francisco. O mapa de itens do Enem: um instrumento auxiliar para os professores de Química. **Encontro Nacional de Ensino de Química**. Pernambuco: ENEQ, 2020.

CARVALHO, Vinícius da Silva; AFONSO, Andréia Francisco. O uso da psicometria para avaliar procedimentos matemáticos em um item da prova de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Enem 2015: implicações para o ensino de Química. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, v. 15, n. 11, p. 14024-14043, 2023.

CASAGRANDE, Ana Lara; ALONSO, Kátia Morosov; SILVA, Danilo Garcia da. Base Nacional Comum Curricular e Ensino Médio: reflexões à luz da conjuntura contemporânea. **Revista Diálogo Educacional**, v. 60, p. 407-425, 2019.

CINTRA, Elaine Pavini; MARQUES JUNIOR, Amaury Celso; SOUSA, Eduardo Carvalho de. Correlação entre a matriz de referência e os itens envolvendo conceitos de Química presentes no Enem de 2009 a 2013. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 22, p. 707-725, 2016.

CISZEWSKI, Elisa de Oliveira Silvério. **Reflexões sobre o ensino de Química baseadas no diálogo entre o Enem e o Currículo Estadual Paulista**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, São Paulo, 2016.

CISZEWSKI, Elisa de Oliveira Silvério; DE SOUSA, Eduardo Carvalho; CINTRA, Elaine Pavini. Há sincronismo entre os conteúdos conceituais avaliados nos itens de Química do Enem e aqueles propostos no Currículo Estadual Paulista? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 3, p. 244-257, 2019.

COLEMAN, James S.; CAMPBELL, Ernest Q.; HOBSON, Carol J. *et al.* **Equality of educational opportunity**. Washington, DC: U.S. Government Printing Office, 1966.

CORREA, Cléia Souza; SANTOS, Larissa Mendes. O olhar dos professores sobre as avaliações externas e seus impactos nas práticas pedagógicas. **Revista Educação Pública**, v. 18, n. 21, 2018.

COSTA, Ana Cristina Fontes; FARIA, Luísa Maria Soares. Avaliação da inteligência emocional: a relação entre medidas de desempenho e de autorrelato. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 30, p. 339-346, 2014.

COSTA, Kátia Maria Guimarães; KALHIL, Josefina Diosdada Barrera; TEIXEIRA, A. F. Perspectiva histórica da formação de professores de Química no Brasil. **Latin American Journal of Science Education**, v. 1, n. 12061, p. 1-15, 2015.

COSTA-BEBER, Laís Basso; MALDANER, Otavio Aloisio. Um estudo sobre as características das provas do novo Enem: um olhar para as questões que envolvem conhecimentos químicos. **Química Nova na Escola**, v. 37, n. 1, p. 44-52, 2015.

CRESWELL, John W.; CLARK, Vicki L. Plano. **Pesquisa de métodos mistos**. Porto Alegre: Penso, 2015.

CUNHA, Luiz Antonio. Educação e desenvolvimento social no Brasil. **Educação e desenvolvimento social no Brasil**. p. 293-293. 1980.

CUNHA, Rodrigo Bastos. Noção de cidadania é secundária nas questões de Ciências da Natureza do Enem. **Revista de Gestão e Avaliação Educacional**, v. 10, p. 1-22, 2021.

DA SILVA MALHEIRO, João Manoel; DINIZ, Cristowan Wanderley Picanço. Aprendizagem baseada em problemas no ensino de Ciências: mudando atitudes de alunos e professores. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 4, p. 1-10, 2008.

BOURDIEU, Pierre; PASSERON, Jean-Claude. **A reprodução: elementos para uma teoria do sistema de ensino**. Editora Vozes, 2023.

DANNA, Marilda Fernandes; MATOS, Maria Amélia. **Aprendendo a observar**. São Paulo: Edicon, 2006.

DANTAS, Claudio Rejane da Silva; MASSONI, Neusa Teresinha; SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos. A avaliação no ensino de Ciências Naturais nos documentos oficiais e na literatura acadêmica: uma temática com muitas questões em aberto. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 25, p. 440-482, 2017.

DE ARCHANJO JUNIOR, Miguel Guilhermino; GEHLEN, Simoni Tormohlen. A tecnologia social e sua contribuição para a educação em Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 345-374, 2020.

DE LIMA SILVA, Daniel; MIRANDA, Ana Carolina Gomes; DE OLIVEIRA FRANCO-PATROCÍNIO, Sandra. Equilíbrio químico: tendências do ensino e aprendizagem em publicações científicas a partir da análise de periódicos nacionais e internacionais. **Revista Ciência e Natura**, v. 44, 2022.

DE LIMA, José Ossian Gadelha; LEITE, Luciana Rodrigues. Historicidade dos cursos de licenciatura no Brasil e sua repercussão na formação do professor de Química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 9, n. 3, p. 143-162, 2018.

DIAS, Genebaldo Freire; SALGADO, Sebastião. **Educação ambiental: princípios e práticas**. São Paulo: Gaia, 2023.

EMBRETSON, S. E.; REISE, Steven Paul. **Item response theory for psychologists**. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2000.

FACHINETTO, Suellen Mary Koch *et al.* Estudo comparativo entre o público EJA e o público regular utilizando a análise do funcionamento diferencial do item (DIF), na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a partir dos dados do Enem 2012. 2016.

FADIGAS, Joelma Cerqueira. A institucionalização da licenciatura em Química no Brasil. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 3, 2019.

FERRAZ, Ana Paula do Carmo Marcheti; BELHOT, Renato Vairo. Taxonomia de Bloom: revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. **Gestão & Produção**, v. 17, p. 421-431, 2010.

FERREIRA, José Wesley. **O ensino de cálculo estequiométrico e a relação com o saber de licenciandos em Química**. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Sergipe, 2019.

FERRETTI, Celso João. A reforma do Ensino Médio e sua questionável concepção de qualidade da educação. **Estudos Avançados**, v. 32, p. 25-42, 2018.

FERRY, Alexandre Da Silva; RIBEIRO, Lúcia Emília Letro; LOPES, Jeannette de Magalhães Moreira. Análise de itens de química de uma avaliação educacional em larga escala baseados em linguagem simbólica. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p. 5205-5210, 2017.

FONTANIVE, Nilma Santos. A divulgação dos resultados das avaliações dos sistemas escolares: limitações e perspectivas. **Ensaio: Avaliação e políticas públicas em Educação**, v. 21, n. 78, p. 83-100, 2013.

FREITAS, Dirce Nei Teixeira de. **A avaliação da educação básica no Brasil**: dimensão normativa, pedagógica e educativa. Campinas: Autores Associados, 2007.

FRITSCH, Rosangela; VITELLI, Ricardo Ferreira. Caminhos trilhados em três décadas de avaliação em larga escala no Brasil. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 32, 2021.

GARCIA, Paulo Sérgio; BIZZO, Nélío; ROSA, Sanny Silva da. Políticas de avaliação e o desenvolvimento profissional do professor de ciências. **Educação UFSM**, v. 44, 2019.

GARDNER, Howard. **Inteligência**: um conceito reformulado. Rio de Janeiro: Objetiva, 2000.

GASKELL, M. Gareth; MARSLER-WILSON, William D. Representação e competição na percepção de palavras faladas. **Psicologia cognitiva**, v. 45, n. 2, p. 220-266, 2002.

GATTI, Bernadete A. Avaliação e qualidade da educação. **Cadernos Anpae**, v. 1, n. 4, p. 53-62, 2007.

GATTI, Bernadete A. Formação de professores no Brasil: características e problemas. **Educação & Sociedade**, v. 31, p. 1355-1379, 2010.

GATTI, Bernadete A. O professor e a avaliação em sala de aula. **Estudos em Avaliação Educacional**, n. 27, p. 97-114, jan./jun. 2003.

GATTI, Bernardete A. Avaliação de sistemas educacionais no Brasil. **Sísifo: Revista de Ciências da Educação**, n. 9, p. 7-18, 2009.

GOMES, Cristiano Mauro Assis; GOLINO, Hudson Fernandes; DE SOUZA PERES, Alexandre José. Fidedignidade dos escores do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). **Psico**, v. 51, n. 2, p. e31145-e31145, 2020.

GOODSON, Ivor. Estudar a vida e obra do professor. **Ensino e Formação de Professores**, v. 10, n. 1, p. 29-37, 1994.

GUTTMAN, Louis A. A basis for scaling qualitative data. **American Sociological Review**, v. 9, n. 2, p. 139-150, abr. 1944.

HAUPT, Franciele Tatiana; RAUPP, Daniele Trajano. Os desafios para aprendizagem e as estratégias para o ensino de estequiometria de reações: uma revisão sistemática de literatura. **XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC EM REDES**, 2021.

HIPÓLITO, Aline Fernandes; SILVEIRA, Hélder Eterno da. As questões de Química do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) em um enfoque transversal e interdisciplinar. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, VIII, 2011.

HOFFMANN, Jussara. **Avaliação mediadora**: uma prática em construção da pré-escola à universidade. 31. ed. Porto Alegre: Mediação, 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **Matriz de referência do Enem**. 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **PISA 2015**: Relatório nacional. Brasília, 2015.

JOSÉ SANTOS, Mateus; MARTINS, Sidney Pires; DE MELLO, Rita Márcia Andrade Vaz. Indicadores de avaliação externa como instrumento de poder: um retrato das escolas estaduais de ensino médio viçosense. **Revista Ponto de Vista**, v. 12, n. 3, p. 01-12, 2023.

JÚNIOR, Francisco Ranulfo Freitas Martins; VIDAL, Eloisa Maia. Políticas de formação docente e licenciatura em Química. **Humanidades & Inovação**, v. 8, n. 47, p. 344-359, 2021.

KAWASAKI, Clarice Sumi; BIZZO, Nelio Marco. Fotossíntese: um tema para o ensino de ciências? **Química nova na escola**, n. 12, p. 24-29, 2000.

KLEIN, Ruben; FONTANIVE, Nilma. Avaliação em larga escala: uma proposta inovadora. **Em aberto**, v. 15, n. 66, 1995.

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em perspectiva**, v. 14, p. 85-93, 2000.

KRATHWOHL, David R. A revision of Bloom's taxonomy: An overview. **Theory into practice**, v. 41, n. 4, p. 212-218, 2002.

LISPECTOR, Clarice. Você é um número. Disponível em: <https://cronicabrasileira.org.br/cronicas/12336/voce-e-um-numero>. Acesso em: 18 jul. 2019.

MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro *et al.* **Química Orgânica**: reflexões e propostas para o seu ensino. São Paulo: CETEC, 2015.

MARINHO, Julio Cesar Bresolin; CALCAGNO, Samanta Costa; DA SILVA, João Alberto. Estado da arte sobre avaliação no ensino de Ciências. **Revista Thema**, v. 15, n. 2, p. 653-671, 2018.

MARQUES, Emmanuela Gracina Florian; SOUSA, Eduardo Carvalho; CINTRA, Elaine Pavini. Parâmetros pedagógicos e estatísticos no estudo de itens contendo linguagem gráfica presentes no Exame Nacional do Ensino Médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 18, n. 3, p. 478-495, 2019.

MARQUES, Fabielle Castelan; NASCIMENTO, Bruno Costa do; SOUZA, Tércio da Silva de. Distorções entre a BNCC e o ENEM: uma visão focada em ciências da natureza utilizando a Taxonomia de Bloom revisada. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, 2021.

MARQUES, Keiciane Canabarro Drehmer; DA SILVA ESPÍNDOLA, Isadora; SAUERWEIN, Inés Prieto Schmidt. Teias interdisciplinares: a infindável construção dos fios da interdisciplinaridade na formação inicial de professores de Ciências da Natureza e Matemática. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 7, p. 379-398, 2020.

MARTINS, André Ferrer Pinto. Ensino de ciências: desafios à formação de professores. **Revista Educação em Questão**, v. 23, n. 9, p. 53-65, 2005.

MAZZETTO, Selma Elaine; BRAVO, Claudia Christina; CARNEIRO, Sá. Licenciatura em Química da UFC: perfil socioeconômico, evasão e desempenho dos alunos. **Química Nova**, v. 25, p. 1204-1210, 2002.

MEDEIROS, Lenice; JALOTO, Alexandre; DOS SANTOS, André Vitor Fernandes. A área de ciências nas avaliações internacionais de larga escala. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 28, n. 68, p. 512-537, 2017.

MELO, Lilian Guiduci de. **Perfil dos professores de Química do município de Juiz de Fora**: sua formação inicial, continuada e o exercício profissional. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

MIRANDA, Elisangela Matias; ALVES, Alini Roberta; MACHADO, Maria Luiza. ENEM 2009: articulações entre CTS, interdisciplinaridade e contextualização evidenciadas nas questões das Ciências da Natureza. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2011.

MOEHLECKE, Sabrina. O ensino médio e as novas diretrizes curriculares nacionais: entre recorrências e novas inquietações. **Revista Brasileira de Educação**, v. 17, p. 39-58, 2012.

MORAES, Caroline Ponce *et al.* Efeito escola a partir de indicadores educacionais: análise entre escolas públicas e privadas no ENEM. **Revista Meta: Avaliação**, v. 14, n. 42, p. 67-93, 2022.

MORAES, Gustavo Henrique; DE ALBUQUERQUE, Ana Elizabeth M.; BOF, Alvana Maria. Introdução: contribuições ao novo PNE. **Cadernos de Estudos e Pesquisas em Políticas Educacionais**, v. 8, 2023.

NASCIMENTO, Ruben de Oliveira. Processos cognitivos como elementos fundamentais para uma educação crítica. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1, p. 265-282, 2009.

NAVARRETE, A, *et al.* Melhoria da destilação a vapor de óleos essenciais por pré-tratamento com microondas. **Pesquisa em Química Industrial e de Engenharia**, v. 8, p. 4667-4671, 2011.

NERY, A. **Parecer sobre a Matriz Curricular de Língua Portuguesa**. Mimeo Brasília, 2000.

NONNENMACHER, Ewerton *et al.* Trilha do metano: uma proposta de jogo didático sobre saneamento básico e aproveitamento energético do esgoto sanitário para o ensino de Química. **Química Nova Escola**, São Paulo, v. 45, n. 1, p. 5-13, nov. 2023.

OLIVEIRA, Ana Paula de Matos. **A Prova Brasil como política de regulação da rede pública do Distrito Federal**. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas e Gestão da Educação) – Universidade de Brasília, 2011.

OLIVEIRA, Lina Kátia Mesquita de. **Três investigações sobre escalas de proficiência e suas interpretações**. Tese (Doutorado em Educação) – Departamento de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

PAIXÃO, Valéria Vieira Moura; BATISTA, Carlos Henrique; CRUZ, Maria Clara Pinto. Construção de um biodigestor na escola: um estudo de caso fundamentado numa perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). **Química Nova Escola**, São Paulo, v. 41, n. 4, p. 351-359, nov. 2019.

PAKENAS, Helena; DE JESUS FILHO, José. Evasão e abandono no ensino médio. **Revista Internacional de Debates da Administração & Públicas – RIDAP**, v. 2, n. 1, p. 59-74, 2017.

PASQUALI, Luiz. Psychometrics. **Revista da Escola de Enfermagem da USP**, v. 43, p. 992-999, 2009.

PASQUALI, Luiz. **Psicometria: teoria dos testes na psicologia e na educação**. 5. ed. Petrópolis: Vozes, 2023.

PASQUALI, Luiz. **TRI – Teoria de resposta ao item: teoria, procedimentos e aplicações**. Curitiba: Appris, 2020.

PASQUALI, Luiz; PRIMI, Ricardo. Fundamentos da teoria da resposta ao item: TRI. **Avaliação Psicológica: Interamerican Journal of Psychological Assessment**, v. 2, n. 2, p. 99-110, 2003.

PEREIRA, Diuliana Nadalon *et al.* ENEM como política de avaliação em larga escala: uma revisão das dissertações e teses brasileiras (2011-2021). **EccoS – Revista Científica**, n. 65, p. 23607, 2023.

PERRENOUD, Philippe. **Construir as competências desde a escola**. Trad. Bruno Charles Magne. Porto Alegre: Artmed, 1999a.

PERRENOUD, Philippe. **Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens – entre duas lógicas**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999b.

PIAGET, Jean; BRAGA, Ivette. **Para onde vai a educação?** Rio de Janeiro: J. Olympio, 1973.

PINHEIRO, Bárbara Carine Soares. Educação em ciências na escola democrática e as relações étnico-raciais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 329-344, 2019.

PINTO, Samilla Nayara dos Santos; MELO, Savana Diniz Gomes. Mudanças nas políticas curriculares do ensino médio no Brasil: repercussões da BNCCEM no currículo mineiro. **Educação em Revista**, v. 37, p. 34196, 2021.

PIZARRO, Mariana Vaitiekunas; LOPES, Jair. Os sistemas de avaliação em larga escala e seus resultados: o PISA e suas possíveis implicações para o ensino de ciências. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 19, 2017.

PONTES, Luís A. Fajardo; FINAMORE, Rachel Garcia; CARVALHO, Vinícius da Silva. **Avaliações educacionais em testes padronizados** [livro eletrônico]: a experiência do Pisa para avaliar o letramento em leitura, matemática e ciências. Juiz de Fora: [s.n.], 2023.

POZO, Juan Ignacio. **Aquisição de conhecimento: quando a carne se faz verbo**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

POZO, Juan Ignacio; GÓMEZ CRESPO, Miguel Ángel. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RAMOS, Maria Teresa Othon; PAGOTTI, Antonia Walquiria. “Avaliando o pensamento operatório em futuros professores”. In: **Avaliação escolar e formação de professores**. Campinas, SP: Alínea, 2008. p. 7-26.

RASCH, Georg. **Studies in mathematical psychology: I. Probabilistic models for some intelligence and attainment tests**, 1960.

REYNOLDS, David; TEDDLIE, Charles. “Os processos da eficácia escolar”. In: **Pesquisa em eficácia escolar: origem e trajetórias**. Belo Horizonte: UFMG, 2008. p. 297-328.

RICHETTI, Graziela Piccoli; SANTOS, Marcelo de Oliveira; CARVALHO, Vinícius da Silva. Análise dos resultados do Avalia BH de Ciências da Natureza nas etapas de 7º, 8º e 9º anos do Ensino Fundamental. **Anais da IX Reunião da ABAVE: o Plano Nacional de Educação e a Avaliação – PNE**. Salvador (BA), [s.d.].

RICHETTI, Graziela Piccoli; SANTOS, Marcelo de Oliveira; CARVALHO, Vinícius da S.. ANÁLISE DOS RESULTADOS DO AVALIA BH DE CIÊNCIAS DA NATUREZA NAS

ETAPAS DE 7º, 8º E 9º ANOS DO ENSINO FUNDAMENTAL.. In: Anais da IX Reunião da ABAVE: O Plano Nacional de Educação e a Avaliação – PNE. Anais...Salvador(BA) Hotel Fiesta, 2018. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/abave/51611-ANALISE-DOS-RESULTADOS-DO-AVALIA-BH-DE-CIENCIAS-DA-NATUREZA-NAS-ETAPAS-DE-7-8-E-9-ANOS-DO-ENSINO-FUNDAMENTAL>. Acesso em: 12/06/2023

ROCHA, Gladys. “Avaliação externa”. In: **Glossário Ceale**: termos de alfabetização, leitura e escrita para educadores. Belo Horizonte: UFMG/Ceale, 2016.

ROCHA, Paula Del Ponte; FERREIRA, Maira. Avaliação em larga escala e indicadores de qualidade na educação: como se processa essa relação? **Revista Educação em Questão**, v. 55, n. 43, p. 139-161, 2017.

RODRIGUES, Alana Alves; PINTO, Bryan Nickson Santana; DE ASSIS, Vinícius Souza Catão. Análise dos resultados do Enem 2009-2014 como um dos indicadores da aprendizagem de Ciências da Natureza nas escolas públicas de Viçosa (MG). **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 2, n. 2, p. 082-094, 2016.

SABADINI, Edvaldo; BIANCHI, José Carlos de A. Ensino do conceito de equilíbrio químico: uma breve reflexão. **Química Nova na Escola**, v. 25, p. 10-13, 2007.

SACCARO, Alice; FRANÇA, Marco Túlio Aniceto; JACINTO, Paulo de Andrade. Fatores associados à evasão no ensino superior brasileiro: um estudo de análise de sobrevivência para os cursos das áreas de Ciência, Matemática e Computação e de Engenharia, Produção e Construção em instituições públicas e privadas. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 49, p. 337-373, 2019.

SANTOS, Anderson Oramísio; GIMENES, Olíria Mendes; MARIANO, Sangelita Miranda Franco. Avaliações externas e seus impactos nas práticas pedagógicas: percepções e visões preliminares. **Anais do Encontro de Pesquisa em Educação e Congresso Internacional de Trabalho Docente e Processos Educativos**, p. 38-50, 2013

SARTES, Laisa Marcorela Andreoli; SOUZA-FORMIGONI, Maria Lucia Oliveira de. Avanços na psicometria: da teoria clássica dos testes à teoria de resposta ao item. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 26, p. 241-250, 2013.

SASSERON, Lúcia Helena; DE CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SAVIANI, Dermeval. **Sistema Nacional de Educação e Plano Nacional de Educação**: significado, controvérsias e perspectivas. Campinas: Autores Associados, 2018.

SIANO, L. M. F. **Determinantes do êxito do vestibular na Universidade Federal do Espírito Santo – UFES**. Rio de Janeiro, 1977.

SILVA, Adjane da Costa Tourinho e; ARAÚJO, Angélica Oliveira de; FIGUEIRÊDO, Kristianne Lina; MORTIMER, Eduardo Fleury. Um perfil dos professores de química do grupo Foco. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru: ABRAPEC, 2005.

SILVA, Isabela Vieira. **Avaliação escolar: análise do percurso trilhado por um grupo de professores de química do ensino médio durante a elaboração deste recurso didático-metodológico.** Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.

SILVA, Rayane Cristian Ferreira; DE ASSIS SOUZA, Vinícius Catão. Investigação das habilidades e competências trazidas nas questões de química do ENEM 2009-2017 a partir da análise de conteúdo de Bardin. **Revista Ciências & Ideias**, p. 125-139, 2018.

SILVA, Vandrê Gomes da; PIMENTA, Cláudia Oliveira; ROSISTOLATO, Rodrigo. Avaliações externas: a institucionalização do debate em 30 anos da revista EAE. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 33, 2022.

SOARES, José Francisco. Melhoria do desempenho cognitivo dos alunos do ensino fundamental. **Cadernos de Pesquisa**, v. 37, p. 135-160, 2007.

SOARES, Tufi Machado. Utilização da teoria da resposta ao item na produção de indicadores socioeconômicos. **Pesquisa Operacional**, v. 25, p. 83-112, 2005.

SOLANO-FLORES, Guillermo. Examining cultural responsiveness in large-scale assessment: the matrix of evidence for validity argumentation. **Frontiers in Education**. p. 43, 2019

SOLOMONS, T. W. Graham; FRYHLE, Craig B. **Química Orgânica**. 10. ed. Rio de Janeiro:, 2012.

SOLOMONS, T. W. Graham; FRYHLE, Craig B.; SNYDER, Scott A. **Química Orgânica: Volumes 1 e 2**. 12. ed. Rio de Janeiro: Grupo GEN/LTC, 2018.

SOUZA, Maria Alba de. A experiência de avaliação educacional em Minas Gerais 1992-1998. **Estudos em Avaliação Educacional**, n. 19, p. 57-76, 1999.

SPAZZIANI, Giuliano Perina. **Devolutivas pedagógicas construídas a partir das escolhas das alternativas pelos candidatos nos itens de física do ENEM**. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2019.

STADLER, João Paulo; HUSSEIN, Fabiana Roberta Gonçalves e Silva. Questões de química do novo ENEM com potencial para abordagem sociocientífica. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 30, n. 75, p. 780-798, 2019.

TERRASÊCA, Manuela. Autoavaliação, avaliação externa... afinal, para que serve a avaliação das escolas? **Cadernos Cedes**, v. 36, p. 155-174, 2016.

THURSTONE, Louis L. Attitudes can be measured. **American Journal of Sociology**, v. 33, n. 4, p. 529-554, 1928.

TOQUETTO, André Ricardo *et al.* O tratamento de água em narrativas discentes: uma pesquisa na formação inicial de professores de Química. **XVI ENEQ / X EDUQUI**, 2012.

TOQUETTO, André; GONCALVES, F. P. O tema “tratamento de água” em livros didáticos de química: uma análise à luz de uma abordagem CTS. **XVII Encontro Nacional de Ensino de Química**, 2014.

VIANNA, Heraldo Marelím. Avaliações nacionais em larga escala: análises e propostas. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 25, n. 60, p. 196-232, 2014.

VIZZOTTO, Patrick Alves. Qual é a qualidade psicométrica das questões de Química do ENEM? Uma análise dos itens de 2009 a 2019. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 13, n. 1, p. 1-21, 2022.

WERLE, Flávia Obino Corrêa. Políticas de avaliação em larga escala na educação básica: do controle de resultados à intervenção nos processos de operacionalização do ensino. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 19, p. 769-792, 2011.

ZANCHET, Beatriz Maria Boéssio Atrib. O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): o que revelaram professores do ensino médio acerca dessa avaliação. **Contrapontos**, v. 7, n. 1, p. 55-69, 2007.

ZAPONI, Margareth; VALENÇA, Epifânia. Política de responsabilização educacional: a experiência de Pernambuco. **ABAVE**, 2009.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa **“Avaliação em larga escala e a prática docente: estreitando essa relação para a melhoria da qualidade do ensino de química.”** O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é a **necessidade de discutir e buscar meios de melhorar a qualidade do ensino de química oferecida pelo estado de Minas Gerais, por meio da prática docente e o interesse pela produção de conhecimento, através do alinhamento entre a proposta de uma avaliação externa e a prática pedagógica de docentes de química.** Nesta pesquisa pretendemos **investigar como as habilidades, referentes à química e contida na matriz do ENEM, podem ser trabalhadas pelos professores de modo a aprimorar o processo de ensino e aprendizagem.**

Caso você concorde em participar, vamos realizar uma entrevista semiestruturada que será necessário ser gravada por áudio, e em seguida, realizar um curso de formação continuada, que será necessário ser gravada em vídeo e áudio, do qual vamos juntos construir uma sequência didática significativa. Esta pesquisa tem alguns riscos, que são discriminação a partir do conteúdo revelado e invasão de privacidade. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, **propomos trabalhar esses dados de forma generalizada, apontando apenas as habilidades de conhecimento químico, estar atento aos sinais verbais e não verbais de desconforto, manter a cordialidade em respeitar o participante caso não queira responder alguma pergunta, garantir o acesso aos resultados individuais e coletivos e sigilo da identidade dos participantes da pesquisa.** A pesquisa pode ajudar **a compreender como vem sendo desenvolvido o ensino de química nas escolas e a mapear o ponto que os professores e a equipe pedagógica precisam intervir.**

Para participar deste estudo você precisa ser formado em Licenciatura em Química e atuar como professor de Química na Superintendência Regional do Estado de Minas Gerais no município de Juiz de Fora. Não será permitido a participação de professores de Química que ainda não concluíram a Licenciatura. Caso esteja incluído nesses critérios e aceite participar, você terá o custo com transporte e alimentação, pois o curso será gratuito. Você não receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causa das atividades que fizermos com você nesta pesquisa, você tem direito a indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a

participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 20 .

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador

Nome do Pesquisador Responsável: Vinícius da Silva Carvalho

Endereço: Rua José Lourenço Kelmer, s/n. Universidade Federal de Juiz de Fora – Instituto de Ciências Exatas – Departamento de Química. Bairro Martelos. CEP: 36036-900 / Juiz de Fora – MG

Fone: (32) 98856-7534

E-mail: vinicius.scq@gmail.com

APÊNDICE B – Pergunta 1 da entrevista e respostas dos professores

Pergunta 1: Sobre avaliações externas, qual é a primeira palavra que vem à sua cabeça? Por que essa palavra?

Respostas:

Para P1, Nossa, eu acho que é mal, acho que é mal utilizada. Não sei se tem uma palavra, assim, certa. No caso da química eu não vejo muita avaliação externa, na verdade não, mas eu sempre penso na má utilização dos dados. É essa que eu tenho a minha... não, não entendo bem para quê que ela assim, na prática para quê que é usada entendeu?

Para P2, Deixa muito a desejar, eu acho que, é, eles mudam muito de informação, é muita opinião no sistema educacional. Às vezes tem muita gente que lida com a educação, é, pela, secretaria de educação, mas que não tem noção do que acontece dentro da sala de aula.

Para P3, Hum... eu sinto que elas são incompletas. É... Não conseguem pegar, a realidade, é... Que a gente, vive na escola.

Para P4, Medo. Porque é uma cobrança muito grande essas avaliações externas, né? No caso no estado, a gente tinha aquela, uma prova chamada PAEE. Do Saeb! Essas avaliações, é uma cobrança muito grande, né? Pô, cidade pequena, essa questão de notas, essas notas que vem né? Essas comparações, esses gráficos de proficiência, de desenvolvimento dos alunos, têm avaliações para as turmas de terceiro ano do ensino médio. Então a gente sempre teve, essa, um pouco de medo dessa questão de avaliar, querer avaliar, sempre recai sobre os professores, né? A questão de insucesso numa prova, numa avaliação externa, então eu falei a palavra medo, foi a que me veio mais na cabeça assim.

Para P5, Eu acho que vem um pouco de confusão na escola, assim, eu tô pensando assim, uma palavra de realidade. Vamos falar assim, vai chegar uma avaliação externa na escola, é um, é uma certa confusão de, de coisas. Uma, os alunos não gostam de fazer, porque quando fala em prova os meninos já ficam, estressados, né? Agora, eu Vinicius, vou ser bem sincera, eu não sei muito bem assim, é essa questão da manipulação desse resultado depois, isso gera um impacto na Escola, né? Dependendo de, como que, de como que vai ser essa, essa avaliação. E aí eu vejo que, que, que tem horas que essa avaliação, ela não considera muito a realidade das escolas,

sabe? As vezes vem questões que, não condiz com a faixa etária do aluno, eu não sei se é porque a avaliação externa ela é pensada justamente, no externo, no global, né? E às vezes ela, ela, ela não traz um resultado, que realmente as vezes é o resultado da escola. Por isso que eu falo que é essa confusão, sabe? Eu tenho essa confusão de pensamentos sobre, é, avaliação externa. Qual que é, é a real importância, se é só uma política do estado, em falar em número sobre a escola, que às vezes não condiz com a realidade da escola, não to criticando as pessoas que fazem avaliação não. Mas a forma como, como, como isso chega às vezes para a gente, né? Porque a gente tem alguns indicadores, né? Vem aqueles resultados para gente, muitas vezes os meninos, assim, a gente sabe que os meninos não sentam para fazer aquela prova, do jeito que a gente gostaria, sabe? Até a gente uns anos atrás, a gente fez uma conscientização, a gente fez um trabalho com os meninos dos terceiros anos, que a gente explicou da importância dessa avaliação externa. Porque ela gera recursos, ela gera políticas para dentro da escola, né? Algumas delas vem trazendo, é, traz um certo retorno. E, e aí para resolver um pouco dessa confusão, eu acho que esse trabalho da gente entender direitinho, de como essa avaliação, né? O quê que essa avaliação, ela busca realmente, né? Ver na escola, para que esse aluno tenha um retorno, né? E os meninos entendam realmente o que é, mas eu vejo que, que, é, os meninos as vezes ficam muito perdidos do que fazer nessas avaliações entendeu? Qual que é a postura nossa dentro de uma avaliação? E aí eu fico, sabe? Assim, eu, eu acho que falta um pouco de esclarecimento, sabe? Principalmente nessa relação nossa de professor-aluno, da importância dessas avaliações. E eu vejo também umas coisas que eu fico às vezes aborrecida, professor que prepara o aluno para a avaliação externa, eu acho que a avaliação externa ela tem que vir para avaliar e fazer um diagnóstico, um panorama, ela não tem que vir para avaliar só, vamos dizer assim, as vezes só a escola, né? Para você ter um número melhor, mas para fazer um diagnóstico, então falando assim, acho que uma palavra boa é confusão. Do que assim, confusão de ideias, entendeu?

Para P6, A primeira palavra pra mim é desorganização de tudo, desorientação total. Pela minha experiência, na minha escola, né? Eu vejo que por mais que os, os meus colegas eles tentem, se empenhar as vezes em trazer um sentido para essa avaliação, o exemplo que vem na minha cabeça agora, por exemplo, é, OBMEP, né? E, eu vejo que na escola ela acontece totalmente sem sentido, sabe? Os professores, eles tentam dar um estímulo pros alunos, é, mas os alunos acabam não, não aderindo a ideia, não participando, ou quando fazem a prova também, eles estão totalmente desmotivados. Parece que já existe uma cultura dessas avaliações externas

também, na mente dos alunos, na própria escola, né? A cultura de que é uma mera formalidade, que você tem que fazer aquilo ali e se não valer ponto você não faz. Percebo também que as pessoas (alunos), elas se enxergam meio marginalizadas com essa prova, né? Elas veem que essa prova, elas não, elas não trazem a identidade daquela, daquele propósito, né? Imagina só, tudo bem você quer um instrumento avaliativo, de uma forma geral, né? Pro Brasil inteiro, mas, os alunos não veem sentido pra vida deles ali, pra fazer aquilo e não fazem realmente. Então eu vejo aqui sempre quando tem uma semana de avaliação externa na Escola, é, sinceramente uma desorganização total. Acontece uma falha de comunicação com alguém, e você não sabia que seria aquele horário, aquele dia, e você tem que improvisar sua aula, improvisar sua rotina dentro da escola.

Para P7, Ham... Não realidade. Na verdade duas palavras. Não realidade, porque normalmente as avaliações externas elas não trazem a realidade do aluno em sala de aula.

Para P8, Primeira palavra... É, gente não sei, deixa eu ver. Porque quando eu penso, em avaliação externa, eu não, eu não consigo pensar numa palavra, mas, é, eu penso em algo fora da realidade dos alunos, então não é uma palavra, né? Eu acho, to pensando aqui numa palavra que pode entrar nisso, mas é fora da realidade dos alunos, porque, normalmente a quantidade de, coisa que é cobrado, não da pra, dar pros alunos realmente, né? No tempo que a gente tem.

Para P9, Não funciona. É... Não sei, eu acho que é algo, despreparo, uma desinformação, talvez, é, da forma como ela é aplicada. Então por exemplos recentes que vivi na escola: Veio pra gente aplicar a avaliação, mas as escolas não tem a verba, o estado não mandou a verba para impressão, o quê que eles (escola) fazem, na hora de imprimir, diminui a prova por não ter papel, porque a prova é muito grande. Também muitas questões vêm faltando desenho, é, ai a gente não sabe o quê que faz, ai o aluno não responde. Ai os alunos sabem, “e amanhã tem prova do Estado eu não vou a aula”, ai uns fazem desenhinho no, por mais que a gente tenta, os professores tentam, falam da importância. Eu acho que falta uma, falta conscientização, dos alunos da importância, da prova. Mas eu to a dezenove anos no Estado, vai mudando nome os projetos de avaliação e até hoje não conseguiram encontrar um mecanismo para implementar as avaliações na escola. Tem avaliações externas que os professores precisam preencher o gabarito para os alunos e vira uma tarefa árdua para o professor, que tem que ir questão por questão, aluno por aluno, e eu sinceramente eu não consigo ver o retorno disso... Já trabalhei

muito com avaliação, externa, acho que poderia ter o retorno, né? Você sabe que quando ela é bem aplicada, quando se leva a educação, as políticas públicas são levadas a sério, tudo bem! O problema, é que eu acho que falta uma política pública disso.

Para P10, É... Eu acho que...É uma avaliação, que não é muito precisa, por conta da heterogeneidade que a gente tem no Brasil, né? É, principalmente o ENEM que é único e não atende a todos.

APÊNDICE C – Perguntas e respostas dos professores – Pré-análise de perfil do professor de Química

- 1) Você conhece programas de avaliação do sistema educacional para a área de ciências da Natureza ou para área específica de química?
- 2) Você conhece os programas de avaliação ENEM, PISA e SAEB? Você conseguiria falar sobre cada programa e seus objetivos?
- 3) Você conhece os resultados dessas avaliações?
- 4) Como você elabora o planejamento das aulas? Quais as fontes de consulta? Quais os fatores você acredita que pode levar a modificação desse planejamento ao longo do ano?
- 5) Você costuma alterar seu planejamento quando as demandas previstas no currículo da escola ou de programas de avaliação externa partem dos estudantes?
- 6) Você já buscou algum tipo de avaliação externa para a construção das suas avaliações em sala de aula?
- 7) Você costuma acompanhar os resultados estatísticos dos alunos da sua escola em programas de avaliação externa? Essa informação seria útil para a sua prática?

Para P1,

- 1) Não, não conheço.
- 2) Já, ENEM e SAEB. O PISA eu já ouvi falar também. É, o ENEM hoje em dia eu acho que a utilização dele é mais para a entrada, para selecionar mais mesmo os alunos, pra, para as vagas, de cursos superiores, né? Ou alguns técnicos assim também, eu acho, não sei. Mas, eu acho que é mais um processo seletivo mesmo, que ele serve para isso. O PISA se eu não me engano, ele é uma avaliação de, que vai medir, o ensino em caráter internacional, ele não é uma prova daqui, né. É uma prova, aberta para outros países assim. E o outro é o SAEB que você falou, não é? Mas o SAEB eu acho que é uma prova de avaliação da educação básica, também, mas eu não, não conheço muito essa prova não.
- 3) Não. É, eu acho que eu tenho mais contato com ENEM, que é o que é mais discutido na escola, né? Mas eu não tenho, os outros dados eu realmente não acompanho não.
- 4) Então, por ano. Aí é isso, eu tento manter o conteúdo do PISM. Ai realmente, eu, nesse ano, acho que com essa coisa do CBC, de, da utilização que estava vindo e a gente, o CBC era o que a gente usava, né? Como norteador assim, né? Mas, eu tentava adequar o CBC na, no programa do PISM assim, e esse ano na verdade o CBC ficou meio perdido, pra gente, por causa daquelas matrizes curriculares que eu implementa, eu esqueci o nome, que do ensino fundamental saiu e do ensino médio não estava fechado. Esqueci.
- 5) Ai sim, aham. Se eu sentir que eles não estão sendo muito receptivos de alguma forma, eu até, troco os conteúdos sim. Por exemplo, intervenções que eu já fiz foi com resultados de matemática. Teve algum resultado de alguma coisa de função, não me lembro direito agora o quê que foi, e aí eu separei, eu separei um ano muito para trabalhar gráficos, então todo conteúdo que eu ia passar dentro da aula de química eu, eu jogava algum gráfico, alguma coisa para os meninos. Então, foi, não foi uma intervenção de química, foi uma intervenção de matemática, mas que para mim funciona. Então na época eu gostei bastante, tanto que eu gosto muito de trabalhar essa coisa com os

meninos até hoje, construção de gráficos então, eu levo papel milimetrado para eles, para a gente montar, com vários dados. É bem bacana, assim. Mas os dados de ciência [00:18:49] (inteligível) em si, acaba que eu não tenho conhecimento, então eu acabo não usando.

- 6) Já! Aí eu uso. Do PISM eu uso mais do que o ENEM. Eu acho ainda que eu tenho um pouco dificuldade de trabalhar um pouco o conteúdo do ENEM, que é um conteúdo bem integrado assim com outras disciplinas, mas não só isso, eu acho que os meus alunos, é que eu falo dos meus, ainda tem muita dificuldade na questão de, de fazer um pensamento em cascata, assim, as questões do ENEM são sempre mais de um raciocínio dentro da questão. Então eu tenho um pouco de dificuldade de trabalhar isso com eles, eu tenho que me colocar neles, os meninos, eu sinto que os meninos têm uma falha talvez na interpretação dos textos, das questões do ENEM que, são bem complexas assim em relação ao texto. E que você sempre tem que catar informações do, do enunciado em si, porque você tem que fazer mais de uma linha de raciocínio, as vezes para chegar na resposta. E eu não consegui trabalhar isso com eles ainda, os meus alunos eles têm aquela coisa de ser bem objetivo, eles não gostam nem que colocam textinho nas questões, é tudo tem que ser assim: calcule a massa, faça aquilo, então eu ainda tenho um pouco de dificuldade de trabalhar isso com eles. Ai do ENEM eu acabo não usando tanto, apesar de às vezes eu tentar fazer, alguma coisa. Do PISM eu uso mais, então eu gosto de tentar colocar assim, questões às vezes de lugares que eu conheço, gosto assim, uso questões do CEFET, do PISM, do, da UERJ aqui, tem umas questões que eu gosto. Então são lugares que eu às vezes procuro para pegar.
- 7) Todo ano, eu tenho uma escola, que todo ano faz uma reunião para passar, os dados que tem da escola. Mas é isso, os dados das provas que chegam para lá, aí é mais português e matemática, então eu acabo tendo esses. No caso da química ou das ciências de uma forma geral, eu não tenho, e é como eu falei, eu também nunca tive essa coisa de correr atrás não. Então eu, eu não conheço. Não busco nem a do Enem.

Eu até acho que olhar para as estatísticas poderia ajudar na minha prática, to me perguntando aqui porque que eu não fiz isso até hoje, na verdade. Mas eu acho sim.

Para P2,

- 1) Ham... não exatamente. Depende do que chega na escola, né? Uma avaliação, assim, especificamente assim que avalia química, ou... não exatamente. Não me lembro de nenhuma aqui, não me ocorre, não.
- 2) Conheço o Pisa, o Saeb e o Enem. Mais o Saeb, o PISA eu não tenho muita informação não. É até esquisito isso, ser professor tem que saber, né? Mas eu, eu enfoco mais no Enem mesmo, né? A gente trabalha muito com Enem com os meninos na escola. Do PISA não, eu nunca pesquisei nada sobre ele. SAEB também não. Mas do Enem, ele, é uma seleção. É um sistema para classificar.
- 3) O resultado da avaliação do ENEM, digamos assim, nem tudo resultado, né? É só aquilo também que chega para gente, né? Por exemplo, quando o resultado, se eu for pensar do jeito que eu to imaginando aqui, né? A gente tem turmas que fizeram, por exemplo, alunos que fizeram o ENEM, né? Que estudaram com a gente, tem muitos alunos que retornam o resultado para gente, a gente acaba sabendo aí que houve uma, um efeito,

né? Que houve um retorno, porque o aluno fez ENEM foi aprovado e retornou aquilo para a escola. A gente começa a pensar que, a nossa forma de educar, foi, foi interessante.

- 4) Eu gosto, eu gosto muito de observar assim, qual que é, eu observo muito o PISM e o ENEM. O quê que vai cair no PISM? O quê que vai cair no o ENEM? É... E também o, o nosso banco de, como é que chama gente, já esqueci o nome agora, be... agora esqueci agora, me escapou a cabeça aqui. Né? Mas o nosso currículo, né? De química no ensino médio, sabe? Eu baseio nessas três coisas.
- 5) Sim, sim, sim, quando parte dos Estudantes essa, esse, essa requisição, né? Sim a gente modifica sim, sim a gente modifica, assim de acordo com que a turma também, se a gente ver que a turma, é uma turma que está empenhando, mas que não está entendendo, a gente muda, assim de acordo com o que eles estão, é, precisando, né? Parece que tem turmas que são mais apáticas, né? Aí a gente que tem que fazer essa mudança, por nossa conta para gente também, não perder aquele grupo de alunos ali, né? Mas a gente faz essas mudanças de acordo com os alunos, sim.
- 6) Já, já sim. Já sim, inclusive eu recorro provas antigas, às vezes do ENEM por exemplo, né? Pego essas provas antigas, levo para a sala, a gente discute, às vezes eu falo com aluno assim para ele mesmo trazer uma questão, diferenciada, um conteúdo, né? Que ele, tem dúvida, ele traz eu exponho daquele aluno para toda a sala, então todo mundo fica sabendo o quê que aquele aluno queria, que estava tratando. Então baseio em avaliações externas sim.
- 7) Ham... nem sempre, nem sempre. Assim de modo oficial não, a gente tem muito contato as vezes quando o aluno vai para lá e fala alguma coisa, ah, mas assim de certa forma a gente acompanha sim. Porque por exemplo, a, gestão escolar que a gente está tendo agora, por exemplo, na Escola Normal, né? Digamos assim, eles é, eles trazem um relatório, né? De alunos que ali da escola que foram aprovados e que não foram, por exemplo no ano retrasado a gente teve um, um fluxo bem grande do aluno da escola normal que conseguir adentrar a Universidade. Então o diretor numa reunião, né? Com os professores, e o pedagógico, ele comenta sobre isso, ele leva para a gente lá, a gente consegue, ter noção, né? Até onde a gente conseguiu alcançar.

É útil sim. Porque, porque que ela é útil, ela, aumenta de certa forma, é um fator até psicológico, ela aumenta a estima da gente. Quando a gente fica sabendo que, a nossa escola teve um resultado nessas avaliações, a gente fica feliz, né? A gente fica, então funcionou, então vamos continuar assim, a equipe fica mais unida, né? É, o pessoal fica com mais vontade de trabalhar, trabalhar mais sério, com mais responsabilidade, a gente observa isso. Eu já consegui observar isso.

Para P3,

- 1) Sou professor do estado de Minas e no Rio né? E, lá no Estado do Rio, até um tempo atrás, eles aplicavam o SAERJINHO, mas se não me engano, a partir de dois mil e dezoito, deve ter sido dois mil e dezoito, dois mil e dezessete, dois mil e dezoito, essa avaliação parou. Ela não acontece mais.
 - 2) Sim, já ouvi, conheço.
- Aham. O ENEM é uma prova que, é aplicada para alunos que estão no ensino médio ou que concluíram o ensino médio, e... De forma geral, né? Ele visa que o aluno, é... Que o aluno, possa utilizar, o resultado que ele obtém, nessa avaliação, em ingressar, é... Numa instituição de curso superior ou técnico, né? Mas eu acredito também que ele

- possa ser utilizado, como uma avaliação, que ele é utilizado como uma avaliação, externa, né? Para verificar, a situação do Ensino Médio no país como um todo.
- O PISA parece que é uma avaliação internacional, né? E que ele visa, né? É... Fazer um, tipo um nivelamento também, né? Mostrar como anda, o ensino, um parâmetro de, de ensino, né? É... Em diferentes países, em diversas áreas, de, de conhecimento.
- O SAEB se não me engano, é uma avaliação externa nacional, aplicada nas escolas, mas se não me engano, ele pega, só Português e matemática, se não me engano. É... Provavelmente, alguma avaliação de nivelamento também, né? Para verificar, como é a, a educação, né? Nas redes de ensino, do país, da rede pública do país.

- 3) Só do ENEM. Obtenho esses dados da internet. Geralmente a mídia lança essas, avaliações, eu procuro, é... Verificar como, é... Foi o resultado, da área de ciências exatas e da natureza, em especial.
- Ô Vinicius, talvez indiretamente influencie na minha prática, eu não vou falar, diretamente não. Mas indiretamente talvez influencie porque, é, as vezes analisa alguma competência e vejo o quê que precisa ser melhorado, é... Em determinado ponto dessa avaliação, mas eu não vou montar um plano específico pra está atuando, em cima daquilo ali. Mas, é, eu tento modificar um pouquinho, sim o que está sendo visto.
- 4) Vinicius, isso acaba que se torna muito... eu sinto, particularmente, que isso se torna muito, prático com o tempo que a gente vem, dando aula, né? É, a princípio, a gente tem, a... Lá no Rio e em Minas é o currículo mínimo, né? Esse Currículo mínimo, ele em alguma medida, ele, está associado com a BNCC, em alguma, em alguma medida, né? Então a partir dali a gente vai, é... Elaborando, né? Esse planejamento, é... De acordo, também com a realidade que a gente tem em sala de aula.
- 5) Se fosse o caso, eu alteraria sim. Eu não tenho resistência com relação a, a isso não. Se for o consenso, se precisar, eu altero.
- 6) Ah sim, com certeza. Sempre, direto. Sempre, direto isso. É, eu acho que é, principalmente o ENEM hoje em dia, né? Porque, é uma forma, de estar ajudando na formação desse aluno que vai, né? Logo, logo fazer a prova do ENEM, né? Então, eu acho que, e lá no Estado do Rio também, em Três Rios, a molecada faz muito a prova do PISM, né? Então a gente pega a prova do PISM também, questões específicas de química e trabalha com eles em sala ou, coloca em teste, para estar auxiliando eles na formação.
- 7) É... no caso do ENEM, sim. É SAEB a direção da escola ela, geralmente divulga o resultado, é... Divulga resultado na própria escola mesmo.

É bastante relevante sim os resultados para a minha prática docente. Porque, a partir daí a gente meio que da uma, modelada no que a gente precisa, é... Melhorar um pouco a trabalhar mais, né? Igual eu comentei, né? Eu acho que lá no início da entrevista, eu não vou, não monto um planejamento escrito sobre isso, mas indiretamente eu leio aquele resultado e vejo, opa esse ponto aqui precisa ser tocado, com mais atenção, para tentar colher fruto em ano seguinte.

Para P4,

- 1) Ô Vinicius, vou te ser sincero, não conheço não. Que eu, que eu já fiz muito, já participei muito, já participei uns quatro anos, eu sempre levei meus alunos para participar da olimpíada mineira de química.
- 2) Olha, O ENEM, O ENEM quando começou em dois mil e dois, né Vinicius? O ENEM no início de dois mil e dois, era uma prova de avaliação, né? Do, do, acredito, era uma

prova de avaliação, avaliação da educação do ensino médio, o ENEM. Depois o governo, né? O governo, partindo lá, do governo Lula, o ENEM passou a ser garantia de acesso ao ensino superior. O PISA eu já conheço pouco. O SAEB, eu sei que é o Sistema Nacional de avaliação da educação, educação básica. O SAEB que talvez que, eu acho que, avalia mais, né? O, ao, o nosso trabalho na educação pública, o SAEB que eu entendo, né?

- 3) Do PISA não. Do SAEB é geralmente de um ano para o outro que sai o resultado. Aí os diretores, supervisão passam para gente a proficiência dos alunos que ficaram dentro, tem aquelas metas lá, né? Os alunos que ficaram dentro do recomendável, não recomendável, isso aí eu consigo diagnosticar. E o ENEM a gente conhece porque trabalho a muito tempo em cursinho. Consigo identificar, saber mais ou menos como que é feito a prova. Por exemplo, como funciona a teoria de resposta ao item. A gente sabe mais ou menos o que o aluno precisa para ser aprovado, os pontos de corte.
- 4) Olha, meu planejamento, é o seguinte, né? Ele é, ele é dividido, a gente divide o planejamento, a gente pega lá, a matriz curricular no caso né? A gente tem até um livro didático, que tem o que vai ser estudado. Então o que a gente faz, a gente faz um planejamento básico, a gente vai pegar ali a matriz curricular né? Vamos colocar dentro ali onde estava o CBC, que eu falei com você que era os, né? Conteúdos básicos, né? curriculares, quando a gente fala de currículo, né? Agora em Minas Gerais mudou, agora eu lembrei, fala currículos, né? São os currículos, então a gente pega os temas, né? Da disciplina, no caso do segundo ano que vai ser estudado, a gente propõe ali, quais são as habilidades, né? Que vão ser passadas pros alunos, quais são as metas, as metas que você tem que, né? que você tem que atingir, né? Outra coisa também ali, quais são os métodos de avaliação, como que a gente vai, como que a gente vai avaliar e quais vão ser os instrumentos de aprendizagem que a gente vai usar. O quê que a gente vai usar, né? No planejamento, a gente vai usar projetor, sala de aula, aula prática, visita a feira, feira de ciências, visita ao centro de ciências de Juiz de Fora. Então o planejamento ele é feito em cima disso aí né? Metas, objetivos, habilidades a serem trabalhadas, é, equipamento, é, utensílios que vão ser utilizados no ensino aprendizagem e os métodos de avaliação.

Eu assim, eu faço, meu planejamento é baseado nisso, eu faço meu planejamento e coloco as coisas em tópicos que não estão talvez dentro do que está sendo cobrado do ano, né? Porque por exemplo, considero o PISM, apesar de ser seriado, né? O estado de Minas Gerais, ele não segue o programa direto, então você acaba fazendo adaptações, né? Então, por exemplo, é, só para você ter uma ideia, por exemplo, cinética química, essa parte de físico química que ta no segundo ano, no segundo ano do ensino médio, geralmente ele é cobrado, só lá no PISM três, no terceiro ano. Então a gente tenta fazer, tipo uma adaptação, né?

- 5) Sim. Muitas vezes eu já, muitas vezes eu fiz isso, mas faço isso e coloco uma observação lá no meu planejamento, no diário, que houve uma mudança. De um bimestre para o outro, de conteúdo, já que os alunos apresentaram dificuldades. Então eu já fiz sim. Muitas vezes.
- 6) Já. Já busquei. Já busquei sim, já fizemos questões adaptadas né? Ao estilo das provas do SAEB, do PISM, questões, né? Do ENEM com textos longos, já sim.
- 7) Procuro... sempre.

Com certeza, a gente consegue sim, né? Saber, a gente consegue, pelo menos a gente vê, se o trabalho interdisciplinar de preparação para as avaliações foi positivo, né? É lógico

que a gente, a nota, é lógico, que essas avaliações, essas avaliações externas é nota padrão, né? Ela não sai por alunos, né? Mas, a gente consegue ver se houve melhora de uma turma para outra, de um ano para outro. Procura sim.

Para P5,

- 1) De ciências eu não conheço, assim vou ser bem sincera Vinicius não lembro.
- 2) Então, o ENEM, eu conheço... eu vou te falar que eu não conheço muito bem a forma como eles avaliam, a pontuação. Ta? Isso é uma coisa que se me perguntam, “a professora como é a pontuação do ENEM”, não sei. Eu sei que o ENEM é um exame nacional. O PISA eu ouvi falar muito pouco, eu sei que ele é uma avaliação, ele, ele tem um indicador internacional. Entendeu? Mas assim, eu nunca, eu nunca parei para ver o quê que, no quê que é, do quê que se trata, como é feita essa avaliação, quais são os critérios, qual que seria o cronograma, o que é avaliado, quem são as pessoas avaliadas, quem são os países avaliados. O SAEB é aquela prova que os meninos fazem do terceiro ano, né? Da educação básica, é, que tem uma prova eu acho no nono ano. Então, eu, essa prova eu vou te falar que eu aplico, mas, eu não sei não, não estudei nada assim, nunca, nunca, nunca tive um treinamento sobre o quê que é isso. Eu nunca tive um, um, um curso, vamos dizer assim, eu nunca tive um treinamento para poder estudar e não tive curiosidade, vou ser bem sincera, não tive curiosidade de estudar sobre isso. Como o ENEM é uma realidade maior, assim que os meninos dependem mais dessa prova, é o que eu conheço melhor, assim conheço assim, em termos de questões, do quê que né? Como é que são organizadas as habilidades e tal, mas as outras não. Não conheço mesmo não, muito pouco.

Sobre confiança, não sei. Porque eu acho que, essa questão, do PISA eu não sei, porque eu não conheço os critérios, sabe? E, e eu acho assim, igual as vezes eu já vi que, tem alguns, alguns dados que eu acho meio, meio estranho por causa da questão da amostragem. Quando a gente trabalha com amostragem, é meio complicado de você falar de uma realidade mais global, né? A do Estado, eu não sei, o do Estado até um tempo atrás assim, vamos dizer, eu falo que os resultados assim, do Duque por exemplo, eu falo da minha realidade, condizem. Quando vem uma avaliação de português e tal, a gente vê que condiz, com algumas coisas sim, e de certa forma eu acabo confiando. Pelo menos na matemática e no Português e que a gente vê, né? Porque assim, é os resultados que a gente tem, né? E aí, eu sou professora de química, meu aluno que não sabe interpretar, como é que eu posso ter um resultado excelente dele?

- 3) Então, o Enem não. Mas a avaliação do Estado que chega para a gente avalia e entrega resultados mais português e matemática né Vinicius? Então assim, o que eu já faço, é, não vem diretamente dessas, dessas avaliações. Uma coisa que eu sempre faço, é tentar dar muito, muitos exercícios que os meninos precisam interpretar. Então às vezes eu dou uma questão, que não é uma questão muito direta, né? Por exemplo, eu trabalho muito com a questão da transposição da linguagem química, transposição não, mas assim, aquela coisa de você, ter uma um texto sobre equação química, e eles tem que escrever uma equação, e pra isso eles tem que interpretar a linguagem química, tem que interpretar o português, pra jogar linguagem química para montar uma equação química, vamos dizer assim. Então eu tento trabalhar a interpretação do texto, voltado para Química, a matemática, quais que são só cálculos importantes? Quais que são as

habilidades que você precisa? Uma regra de três, né? Às vezes um, um, os cálculos mais básicos que a gente precisa dentro da química, Né? Aí eu tenho que trabalhar isso com eles, a questão das continhas bem básicas, que eles têm muita dificuldade, e isso aparece muito nas avaliações, né? Externas aí, a questão da matemática. Mas assim eu não fico atrelada diretamente. Mas eu vejo que, que a escola quando ela mostra o resultado muito baixo, a gente percebe isso na sala de aula. E aí algumas ações que eu tento fazer isso, buscar é oportunidade de melhor entendimento, assim, principalmente na parte de interpretação de texto e operações básicas.

- 4) Primeira coisa é o documento orientador. Eu parto para montar meu plano de curso, aonde? Primeira coisa que eu olho, por exemplo, realidade da escola onde eu estou. É o Programa de Ingresso Seletivo Misto (PISM), então o quê que eu faço, primeira coisa eu pego conteúdo programático do PISM, o quê que dá e o quê que não dá para trabalhar, né? O quê que eu já trabalhei em anos anteriores, então eu to com turma, por exemplo, pego terceiro ano médio lá, então eu vou olhar todos aqueles temas lá, e vou comprar ele, eu comparo ele com o meu CBC, que é o meu currículo básico comum. Porque quando eu dou aula numa escola estadual, eu tenho que estar ciente do que, que o meu aluno que sai de juiz de fora, ele tem que ter condição de acompanhar uma aula, em outra cidade do mesmo estado. Né? Mas infelizmente Vinicius, quando a gente organiza o plano de curso, a gente não pode pensar desse jeito, a gente tem que levar em consideração e regionalidade, sem perder, o núcleo Central, vamos dizer assim, primeiro ano eu não posso deixar de ensinar tabela periódica. Mas o segundo ano médio, por exemplo, como não cai no PISM daqui de Juiz de Fora propriedades coligativas, é um assunto que eu não coloco. Então alguns critérios que eu uso para montar meu plano de curso, hoje, é o PISM, do caso do ensino médio da manhã. O da noite, eu já considero mais a questão do CBC mesmo, em si.
- 5) Já, já. Inclusive eu sofri um abaixo-assinado em uma escola por estar utilizando o programa da escola, na época a BNCC estava iniciando e usava o CBC e alguns alunos faziam o Pism e o Enem.
- 6) Já, já usei várias. Nossa do PISM então, eu costumo fazer um compilado, das questões do PISM, quando eu dava aula para os meninos do primeiro ano, eu tinha umas questões que usava do CAED, de matemática, que era para ajudar eles com unidades. Porque como eu dei ela naquele negócio do, entre jovens, né? Então, eu tenho aquela apostila de matemática até hoje. E aí tem umas coisas que eu já trabalhei muito com eles. Assim, e eu pego questão do PISM, para poder me orientar mesmo, para até para criar as minhas questões mesmo, eu tenho trabalhado muito nessas questões, as modifico em relação a realidade deles, porque as vezes eu vejo que, uma questão do ENEM vem muito elaborada, e eu não sei se eu faço certo, né? Às vezes eu tento dar uma amenizada na realidade deles. Porque ele tem coisas que eu acho que eles não dão, algumas turmas não estão conta.
- 7) Eu nunca tive acesso a essas estatísticas. Ou eu, porque eu não soube procurar ou porque realmente isso nunca chegou assim, na escola para gente entendeu?

Seria, seria muito. E eu acho que isso falta, a gente não tem.

Para P6,

- 1) De química? Não conheço, não conheço.

- 2) É, é o SAEB que eu tenho dúvida agora se é a tal da prova Brasil, que eu sempre ouço falar todo ano. Então, ENEM é que eu conheço, propriamente dito, os outros eu ouvi falar muito superficialmente, então prefiro dizer também que eu não conheço.
O objetivo que eu conheço é, então para ele trazer uma, assim uma avaliação, num sentido mais, é, igualitário, né? Porque você está empregando a mesma prova, com uma prova, que traz, questões assim, sobre, não sobre, não conteudistas, é... e com aquela proposta de realmente, que, pessoas tivessem condições de, de fazer. Ai independente da, da região, da condição, né? Daquela escola. Eu vejo, são aquelas questões muito contextualizadas, é, muito longas até, né? É, mas eu acho que essa seria a proposta também, né? De ser aplicada pro país inteiro, pra qualquer região, pra qualquer população aqui dentro do Brasil, né?
- 3) Olha eu não conheço, não conheço. Eu vou ate deixar aqui na minha agenda, porque é uma coisa que, a gente não para pra, pra, as vezes pra pensar, sabe? Na, na rotina que a gente tem, né? Mas a gente sabe que existe um propósito pra esse tipo de avaliação, que acontece todo ano também, e eu acho que tem ser, tem que fazer parte do processo a, a análise desses resultados dessas avaliações, né?
- 4) Então, o planejamento, normalmente eu faço, eu aproveito, um planejamento, os planejamentos que eu tenho, né? Então o primeiro ano foi aquele ano de trabalho que me deu mais trabalho mesmo, né? Que eu fiz todos os planos de aula, né? De esboço, deixa pensar, parar pra pensar naquilo e a gente sabe que fazer plano de aula, um plano de aula da muito trabalho, uma coisa, muito, exige bastante da gente, bastante estudo, pesquisa, dedicação e tempo principalmente. Aí hoje eu já aproveito esses planos, então parece que já está tudo até na cabeça, literalmente, quando a gente quer fazer uma coisa, que é um pouquinho mais diferente, eu recorro aquele rascunho, meu plano de aula que eu tenho, é, eu naco vejo isso como um documento, eu vejo isso como, meio um registro meu mesmo pra, minha organização e aí eu tento modificar e pensar em alguma coisa.
- 5) É, nesse caso, Vinicius, eu imagino que sim. Porque, como eu já falei que eu tenho pouquíssimo conhecimento sobre esses instrumentos externos, sobre, é objetivo e tudo mais, então, acabo mesmo priorizando a demanda que os estudantes me trazem. Então eu acho que logicamente, eu devo passá-los na frente.
- 6) Bom, utilizo questões, as vezes algumas questões. Eu sempre adapto as questões, eu nunca, mas eu já, já trabalhei com muitas questões de ENEM principalmente, de outros instrumentos avaliativos aí.
- 7) Hum... não. Eu tenho até umas dúvidas em relação a isso.

Para P7,

- 1) Olha antigamente, vou dizer assim para o estado. Antigamente tinha o PAEE, né? Não sei se você chegou a ver, a saber desse PAEE. Era um programa que vinha com perguntas para os alunos responderem no próprio computador, sobre química, aí depois eliminaram, né? Essa questão da avaliação. Ai depois chegou a avaliação do PROEB que tinha a ideia d fazer ciências da natureza, mas também não teve, só português e matemática. Hoje o exame que acho que o pessoal mais conhece é o ENEM, que traz essa questão da ciência da natureza.
- 2) Então, o ENEM eu já conheço a muito tempo, né? E, eu acho que foi evoluindo, antes tinha umas perguntas tão banais de química e que qualquer um respondia. Hoje é muito mais conteudista, muito, você pega uma prova, e não consegue fazer uma prova de

ENEM sem ter conteúdo mínimo. Eu acho que depende muito do ponto de vista, porque, a maioria do objetivo do ENEM, o objetivo do ENEM no estado, é achar que vai fazer uma avaliação, né? Do ensino. Mas para os alunos o ENEM serve para passar no vestibular, né? Então depende do ponto de vista.

Já ouvi falar do Pisa. É aquele que nivela os alunos mundialmente, né? Então eu já ouvi falar, nunca vi nenhum aluno meu fazendo não. Mas assim, eu já ouvi falar até que o Brasil está com uma, tá com uma nota muito baixa, né? Mas eu não, nunca vi ninguém aplicando, e também não apliquei. Não conheço. SAEB? O SAEB é de onde? A... Eu já ouvi falar, mas não tenho acesso não.

- 3) Olha para ser bem sincera, eu, já tem um tempo que, eu não entro para ver resultado não. Para ser bem sincera. Faz muito tempo que eu não olho.

Sinceramente, eu não confio nesses resultados. Porque não tem como você igualar, você equiparar assim os conhecimentos, aliás, nem no próprio, cidade, vamos colocar assim, nem Juiz de Fora você consegue fazer uma padronização entre duas escolas, quanto mais de um país, no mundo. Eu não, não confio nesse tipo de avaliação por causa disso.

- 4) Então, eu verifico muito a questão das salas também, e dos alunos. É, quando eu faço planejamento, eu verifico assim, tem muitos alunos que querem por exemplo fazer PISM, e tem outros alunos que não querem fazer PISM. Então eu tento mesclar, eu tento mesclar, assim conteúdos de PISM, aliás, eu tive é, dois alunos que passaram em medicina e dois que passaram em direito, né? Eu fico super feliz. Mas, assim, aí eu tento, verificar, só que tem uns que não querem, e aí as vezes eu até separo. Enquanto aqueles estão fazendo alguns exercícios de PISM, aqueles outros que não querem, não estão ainda com nada em mente, vão fazer uma outra atividade. Então meu planejamento é meio assim, meio dividido, né? Eu divido, tento dar todo conteúdo, ao mesmo tempo também eu tento fazer assim, não cada um é cada um. Então eu vou tentar fazer aquela manobra, eu já cheguei ao ponto de, separar turmas mesmo, deixar uns alunos fazerem pesquisa na biblioteca, de fazer pesquisa de informática, enquanto outros estavam fazendo exercício. Já cheguei até a fazer isso.
- 5) Sim, quando... Um Exemplo, o ENEM, né? Um exemplo seria o ENEM, né? Que parte dos estudantes... sim, eles... É, vou dar um exemplo que aconteceu ano passado. Ano passado, meus alunos de terceiro ano, queriam uma aula de química, um aulão de química. E aí nós conseguimos convencer escola de fazer um aulão no sábado, de química. E eles participaram muito, fizeram, fizemos as questões. Então assim, claro que depois eu fui recompensado em modulo dois. Mas assim, né? Mas para você ter uma ideia. Isso aí com certeza, os meninos pedem e você não pode recusar. Recusar é um, é um crime, é um crime você negar conhecimento a aluno. Isso para mim é um crime.
- 6) Sim, sim. Questão muito de PISM, vou dizer PISM porque os meninos focam mais, né? Eles gostam, mas ENEM também com certeza. Só que eu, eu tenho um cuidado, porque as vezes, já aconteceu comigo também, eu já dei aula em muito lugar está Vinicius? Já aconteceu também, de assim, eu perceber que, a metade do aluno, metade da sala estava procurando fazer uma avaliação mais próximo disso e metade não, então resolvi fazer como ponto extra, as questões de ENEM seria um ponto extra, para os alunos, né? Quem quisesse fazer ganharia, mas não ficaria prejudicado quem não queria fazer, né?
- 7) Olha para falar a verdade. Os meus alunos eu procuro saber, né? Mas assim, questão de ENEM, PISM. Agora as avaliações externas, como têm perdido muito força do estado

com relação às ciências da natureza, dificilmente você tem uma avaliação do Estado sobre ciências da natureza, química por exemplo.

Para P8,

- 1) Sistemas de avaliação? Se eu conheço? Olha eu não to lembrando agora, no Rio, porque aqui em Minas eu não lembro bem. No Rio, existia uma prova, onde faziam, fariam um tipo de avaliação, mas eu não lembro agora o nome da prova, até porque depois, é, foi cancelada, e enfim, eles ficam mudando esses nomes, então realmente não lembro. Mas tinha, só que não era, para todos, os anos do, do ensino médio, por exemplo, eu acho que era só pro terceiro, enfim, tinha algo, mas eu não lembro o nome, no Rio, aqui em Minas eu não sei.
- 2) Conheço o Enem. O Pisa não! E o Saeb eu, assim, o nome não me é estranho. Enfim, eu to um pouco em dúvida. O ENEM é obvio, os outros não, enfim.
Bem, hoje em dia o ENEM é basicamente a forma do aluno conseguir entrar na faculdade, nenhum aluno hoje em dia faz o ENEM, para saber se aprendeu os conteúdos, apesar de que uma prova escrita não necessariamente informa que você aprendeu, né? Mas para saber se você acertaria aqueles conteúdos, se conseguiria entender, é, interpretar aquelas questões, eles fazem mesmo tentando entrar numa universidade.
- 3) Bem, resultados só mesmo, se for pensar Enem, nas outras não. Bem normalmente eu, gosto de procurar a questão de, das escolas que eu to dando aula, por exemplo, para ter noção de como eles foram, no ENEM. E aí normalmente você encontra a, é como se fosse uma seleção, você pode botar lá por cidades, e, para ter noção de como cada um está, e normalmente dá uma média, de como a escola foi. Então eu tenho essa noção de média de escolas de uma determinada região, seria basicamente isso.
Então, não confio nos resultados. Porque o Enem, eu acho a forma, como eles fazem para gerar esses resultados muito ruim, é, porque, é, o número de acertos, não necessariamente vai gerar uma nota, igual ao número de acertos. E aí tem aquela questão, de se você erra uma questão mais fácil e acerta uma mais difícil, sua pontuação fica menor, porque eles botam como se fosse um chute e não necessariamente, às vezes o aluno até sabe o conteúdo mais avançado, mas esqueceu alguma coisa do básico. Então assim, eu acho uma forma, ruim de pontuar, então a pontuação que o aluno tem no final, acaba que, para mim não é a pontuação que deveria ser. Então eu não, não concordo bem com isso, não gosto muito dessa forma, entendeu?
- 4) Pra construir, tá. É então... é, infelizmente, que aí, eu tenho que ser bem sincera, acho que pelo tempo de trabalho, muitas das vezes eu vou indo de cabeça pela organização que a gente já tem, né? Mas, eu olho alguns livros didáticos também, para ver até a própria organização que está no livro, porque, dependendo do autor você vai ter uma organização, e vai ter alguns assuntos entrando em, em momentos diferentes, né? Por exemplo, sei lá, é, quando vai pensar em leis ponderais, tem autor que vai botar Leis ponderais, antes de falar do átomo de Dalton, vai ter autor que vai colocar leis ponderais antes de estequiometria. Então assim, eu gosto de olhar essas questões e até pela questão de experiência, eu vou montando dentro do que eu acho que o aluno vai entender melhor. E a questão de currículos, no Rio eu gostava também de olhar a organização do currículo mínimo que eles tinham, aqui em Minas eu acabo nem olhando o currículo daqui, porque como a escola é totalmente focada no PISM, a gente olha o quê que cai no PISM. Então vai olhando lá o quê que precisa para o PISM, e aí eu já tento fazer uma organização baseada nisso, ou seja, eu olho livros didáticos, e eu olho o currículo no caso do Rio, e

olho o edital, enfim do PISM, né? O que cai, para aquele modulo no PISM, é basicamente isso.

- 5) Então, sim. Porque meu público é o estudante, então se eu não levar em consideração que eles querem, não faz sentido, né? Então eu, eu altero sim. Já teve vezes de, é, aí uma experiência do Rio, era uma turma do terceiro ano e eles iam fazer o vestibular da UERJ, que a UERJ tem o vestibular separado, né? Ela não entra pelo SISU, por exemplo, e eles estavam com muita dúvida, em alguns assuntos que iriam cair na primeira prova, porque UERJ tem prova no meio do ano e no final do ano. Tem duas provas ali que é de primeira fase, e eu resolvi voltar em assuntos que eram assuntos do primeiro e do segundo ano, porque se eles estavam com dúvida, e aquilo era muito cobrado, então eu retornei com eles esses assuntos. Claro que eu tive que, depois ver um jeito de fazer com que os outros assuntos que eu tinha que ver, é, ver um jeito de acelerar para poder não, deixar também de dar esses assuntos, porque depois eles seriam cobrados. Mas eu, eu mudo dependendo do que os alunos, da demanda dos alunos, como você falaram. Aqui em Minas, eu nem comecei nessa escola fazendo um currículo e mudando, porque a escola já falou: “olha aqui a gente segue o PISM”, e quando eu entrei em sala, os alunos ficam: “isso cai no PISM?” É PISM, PISM, você não consegue fugir disso.
- 6) Ah já. Já usei, já, vestibulares, é, de outras universidades. Até na época que era vestibular delas, que hoje em dia não é, é... Mas agora nem uso tanto. Porque eu tento pegar mais questões próximas do que eles veriam, então, por exemplo, né? Aqui onde a base é toda o PISM, pelo menos para galera da manhã, eu boto muita questão do PISM para eles, porque eles querem treinar para o PISM, então acaba que eu tenho que trabalhar questões do PISM, para eles, ou então eu tento ver, ah já usei tudo de PISM que eu podia ter usado para aquele conteúdo, eu tento formular as vezes questões que estejam próximas, né? Do, da forma que é cobrada, então eu uso bastante, ENEM, PISM, é, já usei questão da, da Olimpíadas de química. Apesar de que eu não tenho uma quantidade grande de alunos que tenha interesse em participar, mas já utilizei também.
- 7) Sim. Normalmente eu procuro para ver como que está, é, aqui em relação ao PISM, eu ainda não procurei, que to agora no segundo ano aqui em Minas, eu to, sou novinha aqui. Eu não procurei ainda, então não sei como que, como é, a, como eu posso dizer, como que é liberada essa questão da nota, não sei se tem o nome ou não. Mas, por exemplo, no Rio, A UERJ sai uma relação com nomes, então eu tendo os nomes dos meus alunos eu consigo procurar, dá para eu ter uma noção como eles foram. Aqui eu ainda não sei, ENEM que é mais difícil né? Porque não vai encontrar por nome. Mas eu procuro, ver quando, tem possibilidade.

Para P9,

- 1) Não. Tinha aquele PAAE, eu acho que não tem mais. PAAE eu sei que tinha de química. Mas agora, eu acho que é PROALFA, PROEB. Ah... eu não sei, acho que não tem não, eu não conheço.
- 2) Nossa o PISA, eu já soube, quando eu trabalhava no CAED eu sabia mais né? Quando eu fiz o mestrado. O PISA eu sei que é internacional, O ENEM é nacional do ensino médio, começou com um objetivo e agora, era para avaliar a questão do ensino médio né, e agora já virou, é, um acesso as universidades. E o outro SAEB. Sistema de avaliação da Educação Básica, não é isso? Eu acho que o SAEB também é prova só de

português e matemática, não é? Eu sei que era, avaliar a educação básica, o SAEB é o que da... mede o IDEB? Tem um que mede o IDEB né? É, mede o IDEB. No final tudo é pra financiamento, de educação, essas coisas.

- 3) Olha eu vou te dizer, na escola, passam, tem reuniões todo ano, sempre quando... é.... saem os resultados a compilação, as escolas recebem isso. Tem reuniões para passar, eu vou te ser muito sincera, eu não fui na reunião, também não procurei saber não. Do Enem, o ano passado, a gente procura saber assim não separada, por área, por área eu não sei se chega. Chega o resultado da escola, em Juiz de Fora, em Minas, das escolas. Porque aí sai pela internet e eu ligo para lá para procurar. Então do ENEM, eu obtenho... pela eu que vou lá procurar na internet. É, do SAEB chega pela escola, as orientadoras, supervisoras, direção, a parte pedagógica passa, sempre que chega a parte pedagógica passa.

Não acredito muito nos resultados. Ah. Como eu sei de professor que dá resultado para aluno, é triste. Que passa o gabarito para a escola ter, é.... isso, vocês têm grupos de professores que sabem, é, tem escolas que preparam os alunos para isso, para essas avaliações.

- 4) Não dou tudo, a gente tem que escolher o que fica de fora. Simplesmente é isso, não dá tempo, impossível. O quê que eu faço, eu prefiro dar menos e dar bem dado, e fazer com que o aluno aprenda. Então se eu tenho que dar cinco capítulos, eu dou três capítulos bem dado, pelo menos aqueles três ele vai aprender... do que dar cinco maldado. Considero trabalhar com o livro didático, aí pego coisas na internet, vídeos né, tenta ver o programa do PISM do Enem. Na escola que eu dou aula, noventa por cento ou mais querem ser aprovados na federal. E assim educar para a cidadania, para mim, é também passar na universidade federal, não vem com esse papo de que formar cidadão crítico, não sei o que, não sei o que, sim, beleza. Mas é também, ser aprovado na Universidade Federal de Juiz de Fora, os nossos alunos da escola pública, se não precisava de cotas.
- 5) Sim, várias vezes.
- 6) Já, olha eu já busquei. A gente tem acesso, as, a algumas questões do Estado, mas é muito difícil, não é fácil, é um caminho difícil, é uma senha difícil. É.... não, é uma configuração difícil, aí eu desisto, eu confesso. A gente tinha... o que eu, assim, já tive acesso a algumas questões do Estado, é.... que é do antigo PAAE não sei o que, SAEB não sei, que tinha. Mas não era um acesso fácil, aí falaram que a senha não estava disponível, aí você tinha que mandar a senha, pedir a senha para não sei aonde, a senha demorava. Já usei também questões do Enem. Inclusive, lá na escola que eu trabalho, é.... a gente fez dois dias, se não me engano foram dois sábados, de simulado do ENEM. A prova era igual, igualzinho, a gente mandou fazer na gráfica, tinha o mesmo layout do ENEM, teve Redação.
- 7) Sim. A gente vê a nota de todas as áreas. O quê que acontece, a grande maioria dos alunos, são aprovados, pelo PISM. Então... eles têm consciência de que ser aprovados pelo Enem é muito difícil. Porque assim, a gente, vou te ser muito sincera, a gente não vê mais o Enem como uma avaliação externa. A gente vê o Enem como uma prova de ingresso na Universidade.

Para P10,

- 1) Não conheço avaliações externas que contemplem a química.

- 2) Só o ENEM. Para mim o ENEM só tem o objetivo, de ingressos na universidade, porque para mim não mede conhecimento. Para mim não tem a função que deveria ter, de analisar o ensino médio, de analisar o conhecimento, e a partir de aí gerar políticas públicas e etc. Para mim só visa o ingresso ao ensino superior.
- 3) Sim. Confio nos resultados estatísticos. Porque eu acredito que é, é um exame feito com seriedade. Pelo menos a análise dele, não concordo as vezes com a forma que o conteúdo é cobrado, com o número de questões, com a logística do exame em si. Mas eu confio na sua seriedade, com a qual é aplicada. Inclusive, manipulo essas informações. Faço análise de conteúdos mais cobrados, a forma que é cobrado.
- 4) Sim. Eu me norteio aqui em Juiz de fora pelo PISM, pelo programa do PISM, porque é o que os alunos têm mais acesso e todos eles fazem. Então eu utilizo o programa do PISM como norteador, e insiro as competências, é, a mais, que tem no ENEM e não são cobradas no PISM, neste contexto aí. Então eu divido sim, bimestres e seguindo um programa base, que é o programa do PISM e vou adicionando as competências. Então eu tento relacionar, contextualizar, os assuntos que a gente está vendo, com alguma questão pratica, com alguma questão do cotidiano deles.
Eu sigo o roteiro de conteúdo do PISM mesmo, do edital do PISM e, é acrescento os outros tópicos que não são abordados. Porque o ENEM é bem mais amplo, tem alguns conteúdos que não são cobrados, de química pelo menos, que não são cobrados no PISM e são cobrados no ENEM. Aí geralmente eu acrescento esses conteúdos, no terceiro ano. Eu faço o primeiro e o segundo bem baseado no PISM, seguindo as referências bibliográficas que o PISM recomenda, e, o terceiro ano eu acrescento tudo que não foi visto ao longo desses dois anos.
- 5) Sim, mas é raro porque já sigo os principais programas. Outras coisas interferem nesse planejamento. É... Alguma situação atípica como essa que a gente está vivendo agora de pandemia, né? É... Alguma situação de greve, que atrase os exames. Então eu fico mais é, fico mais.... Perdi a palavra, fico mais presa, ao exame externo. Então eu sempre tenho que me basear no exame externo, ao cumprimento desse programa. Tem que ser até a data, do exame externo, principalmente o ENEM. Então eu tenho que me planejar ao longo do ano inteiro, para terminar esse conteúdo até a data do ENEM. É isso em que eu me, em que eu baseio, meu planejamento.
- 6) Sim. Sempre norteio as minhas avaliações, em sala de aula, baseadas em questões anteriores do ENEM, do PISM ou da, da olimpíada brasileira de química.
- 7) Aham. Com certeza. Aham, faz total sentido para a minha prática o uso dos resultados. Porque aí eu consigo, verificar qual tópico que eles tem mais dificuldade, é que eu tenho que abordar, talvez por mais tempo, de forma diferenciada.

APÊNDICE D – Temas de análise – Perfis dos professores em relação ao uso e apropriação de resultados das avaliações externas em sua prática docente

Temas de Análise:

1. Conhecimento e Utilização das Avaliações Externas:

- *Subtema 1:* Conhecimento dos programas de avaliação (ENEM, PISA, SAEB).

Refere-se ao grau de compreensão que os professores têm sobre os programas de avaliação, incluindo o entendimento dos objetivos, estrutura, e importância de cada um deles.

- *Subtema 2:* Utilização das avaliações externas para orientar o planejamento das aulas:

Diz respeito à capacidade dos professores de usar as avaliações externas como uma referência para ajustar ou informar o planejamento de suas aulas.

- *Subtema 3:* Modificação do planejamento de acordo com as demandas dos estudantes.

Indica a flexibilidade dos professores em adaptar seus planos de aula com base nas necessidades dos alunos e nas exigências do currículo escolar.

2. Integração das Avaliações Externas no Ensino:

- *Subtema 1:* Uso de questões de avaliações externas em atividades em sala de aula.

Consulte a inclusão de questões retiradas de avaliações externas, como o ENEM ou PISA, em atividades regulares de sala de aula para ajudar os alunos a se prepararem.

- *Subtema 2:* Discussão e análise dos resultados das avaliações externas com os alunos.

Diz respeito à prática de envolver os alunos na análise e discussão dos resultados das avaliações externas, ajudando-os a entender seu desempenho.

- *Subtema 3:* Apropriação dos resultados para ajustar abordagens de ensino e identificar áreas de melhoria.

Indica a capacidade dos professores de usar os resultados das avaliações externas para ajustar suas estratégias de ensino e identificar áreas que precisam de melhorias.

3. Percepção da Utilidade das Avaliações Externas:

- *Subtema 1:* Reconhecimento da importância das avaliações externas para avaliar a qualidade do ensino.

Refere-se ao entendimento dos professores sobre como as avaliações externas podem ser uma

ferramenta para avaliar a qualidade do ensino na escola.

- *Subtema 2:* Impacto psicológico positivo ao saber que a escola obteve bons resultados nas avaliações.

Indica como os professores podem reagir emocionalmente ao receber informações positivas sobre o desempenho de sua escola nas avaliações externas.

- *Subtema 3:* Utilização indireta dos resultados para ajustar práticas pedagógicas e estratégias de ensino.

Consulte a capacidade dos professores de usar os resultados das avaliações externas como uma fonte indireta de orientação para ajustar suas práticas pedagógicas e estratégias de ensino.

APÊNDICE E - Análise detalhada – perfis dos professores em relação ao uso e apropriação de resultados das avaliações externas em sua prática docente

Perfil do Professor 1 (P1)

Analizando as falas do Professor 1 (P1), podemos traçar um perfil sobre seu uso e apropriação dos resultados das avaliações externas em sua prática docente. P1 demonstra ter conhecimento básico sobre avaliações como ENEM, PISA e SAEB, mas expressa uma falta de familiaridade profunda com estes programas, particularmente o SAEB. Ele regularmente o ENEM mais como um processo seletivo para o ensino superior do que uma avaliação do conhecimento do ensino médio. P1 também menciona usar questões do PISM com mais frequência em sala de aula, adaptando-se às necessidades de seus alunos, e expressa uma certa dificuldade em trabalhar com o estilo de questões do ENEM. Além disso, ele regularmente tem potencial para usar dados estatísticos para melhorar sua prática docente, embora não o faça regularmente.

A fala do Professor 1 pode ser categorizada da seguinte forma:

1. Conhecimento e Utilização das Avaliações Externas:

Subtema 1: Conhecimento dos programas de avaliação (ENEM, PISA, SAEB):

O professor demonstra conhecimento limitado sobre os programas de avaliação externa, mencionando o ENEM, PISA e SAEB, mas com falta de detalhes e compreensão profunda.

"Não, não sei."

"Já, ENEM e SAEB. O PISA eu já ouvi falar também. É, o ENEM hoje em dia eu acho que a utilização dele é mais para a entrada, para selecionar mais mesmo os alunos, pra, para as vagas, de cursos superiores, né?"

Subtema 2: Utilização das avaliações externas para orientar o planejamento das aulas:

O professor não menciona o uso dos resultados das avaliações externas para orientar seu planejamento de aulas.

"Não. É, eu acho que tenho mais contato com o ENEM, que é o que é mais pensado na escola, né? Mas eu não tenho, os outros dados eu realmente não acompanho não."

"Então, por ano. Ai é isso, eu tento manter o conteúdo do PISM. Ai realmente, eu, nesse ano, acho que com essa coisa do CBC, de, da utilização que estava vindo e a gente, o CBC era o que a gente falava, né? Como norteador assim, né? Mas, eu tentei adequar o CBC na, no programa do PISM assim, e esse ano na verdade o CBC ficou meio perdido, pra gente, por causa daquelas matrizes curriculares que eu implementa, eu esqueci o nome, que o ensino fundamental saiu e o ensino médio não estava fechado. Esqueci."

"Ai sim, aham. Se eu sentir que eles não estão sendo muito receptivos de alguma forma, eu até, troco os conteúdos sim."

Subtema 3: Modificação do planejamento de acordo com as demandas dos estudantes e do currículo escolar:

O professor menciona fazer modificações no conteúdo das aulas baseadas em resultados de outras disciplinas, como matemática, mas não modificações específicas com base nas avaliações externas de Química: *"Aham. Se eu sentir que eles não estão sendo muito receptivos de alguma forma, eu até, troco os conteúdos sim."*

2. Integração das Avaliações Externas no Ensino:

Subtema 1: Uso de questões de avaliações externas em atividades em sala de aula:

"Ai do ENEM eu acabo não usando tanto, apesar de às vezes eu tentar fazer, alguma coisa. Do PISM eu uso mais... uso questões do CEFET, do PISM, do, da UERJ aqui, tem umas questões que eu gosto. " (Fala 6).

Subtema 2: Discussão e análise dos resultados das avaliações externas com os alunos:

O professor não menciona a prática de discutir ou analisar os resultados das avaliações externas com os alunos.

Subtema 3: Apropriação dos resultados para ajustar abordagens de ensino e identificar áreas de melhoria:

"Eu até acho que olhar para as estatísticas poderia ajudar na minha prática, me perguntei aqui porque que eu não fiz isso até hoje, na verdade. Mas eu acho sim." (Fala 7).

3. Percepção da Utilidade das Avaliações Externas:

Subtema 1: Reconhecimento da importância das avaliações externas para avaliar a qualidade do ensino:

O professor expressa interesse em olhar as estatísticas das avaliações externas, reconhecendo a importância potencial dessas informações para sua prática pedagógica. No entanto, ele ainda não aprimorou essa prática ativa. P1 não expressa a importância das avaliações externas para avaliar a qualidade do ensino.

Subtema 2: Impacto psicológico positivo ao saber que a escola obteve bons resultados nas avaliações:

O professor não menciona sua ocorrência emocional ao saber sobre os resultados das avaliações externas.

Subtema 3: Utilização indireta dos resultados para ajustar práticas pedagógicas e estratégias de ensino:

O professor expressa intervenções pedagógicas a partir do resultado de outras áreas, como na matemática.

"Teve algum resultado de alguma coisa de função, não me lembro direito agora o quê que foi, e aí eu separei, eu separei um ano muito para trabalhar gráficos, então todo conteúdo que eu ia passar dentro da aula de química eu, eu jogava algum gráfico, alguma coisa para os meninos. Então, foi, não foi uma intervenção de química, foi uma intervenção de matemática, mas que para mim funciona."

O perfil de P1 sugere um reconhecimento da relevância das avaliações externas, mas com uma aplicação limitada em sua prática docente. Ele parece focar mais no programa do PISM para orientar seu planejamento de aulas e na adaptação do ensino às necessidades dos alunos, sem uma integração profunda dos resultados das avaliações externas em suas estratégias pedagógicas.

Perfil do Professor 2 (P2)

O perfil do Professor 2 (P2) em relação ao uso e apropriação de resultados das avaliações externas em sua prática docente pode ser descrito da seguinte forma, com base em suas falas:

P2 parece ter um conhecimento moderado dos programas de avaliação externa como ENEM, PISA e SAEB, embora ele enfatize mais o ENEM em sua prática. Ele regularmente o ENEM principalmente como um processo seletivo para o ensino superior e demonstra uma familiaridade limitada com o PISA e o SAEB. P2 mostra um envolvimento ativo na utilização dos resultados do ENEM, usando-os para orientar seu planejamento de aulas e para discutir com os alunos. Ele também utiliza questões anteriores do ENEM em suas aulas e adapta seu ensino com base nas necessidades e *feedback* dos estudantes. P2 valoriza os resultados das avaliações externas, percebendo-os como um fator motivacional e um meio de avaliar a eficácia de suas estratégias de ensino.

Aqui estão os trechos da fala do Professor 2 categorizados nas subtemas relevantes:

1. Conhecimento e Utilização das Avaliações Externas:

Subtema 1: Conhecimento dos programas de avaliação (ENEM, PISA, SAEB):

"Conheço o Pisa, o Saeb e o Enem. Mais o Saeb, o PISA eu não tenho muita informação não."

Subtema 2: Utilização das avaliações externas para orientar o planejamento das aulas:

"A gente trabalha muito com o Enem com os meninos na escola." (Fala 2).

Subtema 3: Modificação do planejamento de acordo com as demandas dos estudantes e do currículo escolar:

"Quando parte dos estudantes essa requisição... a gente modifica sim, de acordo com que a turma também está precisando. " (Fala 5).

Integração das Avaliações Externas no Ensino:

Subtema 1: Uso de questões de avaliações externas em atividades em sala de aula:

"Já, já sim. Já sim, inclusive eu recorro provas antigas, às vezes do ENEM por exemplo." (Fala 6).

Subtema 2: Discussão e análise dos resultados das avaliações externas com os alunos

"Pego essas provas antigas, levo para a sala, a gente discute, às vezes eu falo com aluno assim para ele mesmo trazer uma questão, diferenciada, um conteúdo, né? Que ele tem dúvida, ele traz eu exponho aquele aluno para toda

a sala, então todo o mundo fica sabendo o que aquele aluno queria, que estava tratando. Então baseio em avaliações externas sim."

"Eu gosto, eu gosto muito de observar assim, qual é, eu observo muito o PISM e o ENEM. O quê que vai cair no PISM? O quê que vai cair no o ENEM? É... E também o, o nosso banco de, como é que chama gente, já esqueci o nome agora, be... agora esqueci agora, me escapou a cabeça aqui. Né? Mas o nosso currículo, né? De química no ensino médio, sabe? Eu baseio nessas três coisas."

Subtema 3: Apropriação dos resultados para ajustar abordagens de ensino e identificar áreas de melhoria

Não há informações específicas sobre a utilização dos resultados das avaliações externas para ajustar estratégias de ensino.

Percepção da Utilidade das Avaliações Externas:

Subtema 1: Reconhecimento da importância das avaliações externas para avaliar a qualidade do ensino:

"É útil sim. Porque, porque que ela é útil, ela, aumenta de certa forma, é um fator até psicológico, ela aumenta a estimativa da gente. Quando a gente fica sabendo que, a nossa escola teve um resultado nessas avaliações, a gente fica feliz, né? A gente fica, então trabalhou, então vamos continuar assim, a equipe fica mais unida, né? É, o pessoal fica com mais vontade de trabalhar, trabalhar mais sério, com mais responsabilidade, a gente observa isso. Eu já consegui observar isso."

Subtema 2: Impacto psicológico positivo ao saber que a escola obteve bons resultados nas avaliações

"Quando a gente fica sabendo que, a nossa escola teve um resultado nessas avaliações, a gente fica feliz... a equipe fica mais unida. " (Fala 7).

Subtema 3: Utilização indireta dos resultados para ajustar práticas pedagógicas e estratégias de ensino

P2 não menciona explicitamente como ele usa os resultados das avaliações externas para ajustar suas práticas pedagógicas, mas indica a importância desses resultados para sua motivação e abordagem geral.

Os trechos do Professor 2 abordam principalmente o conhecimento dos programas de avaliação, o uso de resultados para aulas planejadas e ajustar o planejamento de acordo com as demandas dos estudantes, a integração de questões de avaliações externas nas atividades de sala de aula e a percepção da utilidade das avaliações externas para a qualidade do ensino na escola.

Perfil do Professor 3 (P3)

O Professor 3 demonstra conhecimento dos programas de avaliação externa, incluindo ENEM, PISA e SAEB. Ele também compreende a praticidade do ENEM como um meio de ingresso ao ensino superior e regular o papel do PISA como uma avaliação internacional que fornece um parâmetro de ensino em diferentes países. Além disso, ele utiliza os resultados das avaliações externas para refletir sobre sua prática, identificar competências que precisam ser melhoradas e ajustar seu ensino de acordo com a realidade da sala de aula. Ele também está aberto a modificar seu planejamento com base nos resultados das avaliações externas, diminuindo sua flexibilidade em adaptar sua abordagem de ensino. Ele regularmente a consultoria dessas avaliações para orientar e melhorar seu trabalho como professor de química.

1. Conhecimento e Utilização das Avaliações Externas:

Subtema 1: Conhecimento dos programas de avaliação (ENEM, PISA, SAEB):

O professor demonstra conhecimento sobre o ENEM, PISA e SAEB. Ele entende que o ENEM é uma avaliação aplicada a alunos do ensino médio para ingresso em instituições de ensino superior, mas também regularmente que ele tem um papel na avaliação do ensino médio no país. Além disso, menciona que o PISA é uma avaliação internacional para nivelamento, e o SAEB é uma avaliação nacional que abrange Português e Matemática.

"Sou professor do estado de Minas e no Rio né? E, lá no Estado do Rio, até um tempo atrás, eles aplicaram o SAERJINHO, mas se não me engano, a partir de dois mil e dezoito, deve ter sido dois mil e dezoito, dois mil e dezessete, dois mil e dezoito, essa avaliação parou. Ela não acontece mais."

"O ENEM é uma prova que, é aplicada para alunos que estão no ensino médio ou que concluíram o ensino médio, e... De forma geral, né? Ele visa que o aluno, é... Que o aluno, use, o resultado que ele obtém, nessa avaliação, em adesão, é... Numa instituição de curso superior ou técnico, né? Mas eu acredito também que ele possa ser utilizado, como uma avaliação, que ele é

utilizado como uma avaliação, externa, né? Para verificar, a situação do Ensino Médio no país como um todo."

"O PISA parece que é uma avaliação internacional, né? E que ele visa, né? É... Fazer um, tipo um nivelamento também, né? Mostrar como anda, o ensino, um parâmetro de, de ensino, né? É... em diferentes países, em diversas áreas, de, de conhecimento."

"O SAEB se não me engano, é uma avaliação externa nacional, aplicada nas escolas, mas se não me engano, ele pega, só português e matemática, se não me engano. É... Provavelmente, alguma avaliação de nivelamento também, né? Para verificar, como é a, a educação, né? Nas redes de ensino, do país, da rede pública do país."

Subtema 2: Utilização dos resultados para orientar o planejamento das aulas:

"Ô Vinicius, talvez indiretamente influencie na minha prática, eu não vou falar, diretamente não. Mas indiretamente talvez influencie porque, é, as vezes analisa alguma competência e vejo o quê que precisa ser melhorado, é... Em determinado ponto dessa avaliação, mas eu não vou montar um plano específico para estar ativo, em cima de tudo. Mas, é, eu tento modificar um pouquinho, sim o que está sendo visto."

Subtema 3: Modificação do planejamento de acordo com as demandas dos estudantes e do currículo escolar:

O professor menciona que, indiretamente, os resultados das avaliações externas influenciam sua prática, pois ele analisa as competências avaliadas e tenta modificar sua abordagem para melhorar os pontos fracos identificados nas avaliações.

"Se fosse o caso, eu alteraria sim. Eu não tenho resistência com relação a, a isso não. Se for o consenso, se precisar, eu altero."

2. Integração das Avaliações Externas no Ensino:

Subtema 1: Uso de questões de avaliações externas em atividades em sala de aula:

O professor menciona que trabalha com questões específicas de química do ENEM e PISM, ou que mostra que ele usa questões de avaliações externas em suas atividades de sala de aula para ajudar os alunos a se prepararem.

“Ah sim, com certeza. Sempre, direto. Sempre, direto isso. É, eu acho que é, principalmente o ENEM hoje em dia, né? Porque, é uma forma, de estar ajudando na formação desse aluno que vai, né? Logo, logo fazer a prova do ENEM, né? Então, eu acho que, e lá no Estado do Rio também, em Três Rios, a molecada faz muito a prova do PISM, né? Então a gente pega a prova do PISM também, questões específicas de química e trabalha com eles em sala ou, coloca em teste, para estar auxiliando eles na formação.”

3. Percepção da Utilidade das Avaliações Externas:

Subtema 1: Reconhecimento da importância das avaliações externas para avaliar a qualidade do ensino:

O professor destaca a importância das avaliações externas para avaliar a qualidade do ensino. Ele menciona que os resultados ajudam a melhorar sua prática e direcionam sua atenção para áreas que precisam de aprimoramento.

“É bastante relevante sim os resultados para a minha prática docente. Porque, a partir daí a gente meio que da uma, modelada no que a gente precisa, é... Melhorar um pouco a trabalhar mais, né?”

Subtema 3: Utilização indireta dos resultados para ajustar práticas pedagógicas e estratégias de ensino:

O professor reforça que, embora não monte um planejamento específico com base nos resultados, ele lê os resultados e usa essa informação para ajustar sua abordagem de ensino e alcançar melhores resultados no ano seguinte. Isso demonstra como ele usa as avaliações externas de forma indireta para aprimorar sua prática pedagógica.

“Eu acho que lá no início da entrevista, eu não vou, não monto um planejamento escrito sobre isso, mas indiretamente eu leio aquele resultado

e vejo, opa esse ponto aqui precisa ser tocado, com mais atenção, para tentar colher fruto em ano seguinte. ”

Perfil do Professor 4 (P4)

O perfil do Professor 4 (P4) em relação ao uso e apropriação de resultados das avaliações externas na prática docente mostra um educador com conhecimento variado sobre os programas de avaliação como ENEM, PISA e SAEB. P4 regular a mudança de foco do ENEM ao longo dos anos, de avaliação do ensino médio para processo seletivo para o ensino superior. Ele tem familiaridade com o SAEB e sua aplicação, utilizando os resultados para entender o desempenho dos alunos. P4 também adaptou seu planejamento pedagógico com base na matriz curricular, buscando alinhar com os currículos e objetivos de exames como o PISM. Ele mostra flexibilidade para adaptar seu ensino às necessidades dos alunos e incorporar questões de avaliações externas em sua abordagem pedagógica.

A fala do Professor 4 pode ser justificada e categorizada da seguinte forma:

Conhecimento e Utilização das Avaliações Externas:

O Professor 4 demonstra um nível moderado de conhecimento dos programas de avaliação, incluindo o ENEM, o PISA e o SAEB. Ele compreende a evolução do ENEM ao longo do tempo, desde uma prova de avaliação da educação do ensino médio até a garantia de acesso ao ensino superior. Ele também tem algum conhecimento sobre o PISA, embora admita que conheça um pouco, e compreende que o SAEB avalia mais a educação básica no trabalho na educação pública.

Subtema 1: Conhecimento dos programas de avaliação (ENEM, PISA, SAEB):

“O ENEM quando começou era uma prova de avaliação... O SAEB que talvez avalie mais o nosso trabalho na educação pública.” (Fala 2).

Subtema 2: Utilização das avaliações externas para orientar o planejamento das aulas:

"Meu planejamento, é o seguinte, né? Ele é, ele é dividido, a gente divide o planejamento, a gente pega lá, a matriz curricular no caso né? [...] O quê que a gente vai usar, né? No planejamento, a gente vai usar projetor, sala de aula,

aula prática, visita a feira, feira de ciências, visita ao centro de ciências de Juiz de Fora. Então o planejamento ele é feito em cima disso aí né? Metas, objetivos, habilidades a serem trabalhadas, é, equipamento, é, aprendizagem que serão utilizadas no ensino aprendizagem e nos métodos de avaliação."

"Eu assim, eu faço, meu planejamento é baseado nisso, eu faço meu planejamento e coloco as coisas em tópicos que não estão talvez dentro do que está sendo cobrado do ano, né? Porque por exemplo, considero o PISM, apesar de ser seriado, né? O estado de Minas Gerais, ele não segue o programa direto, então você acabou de fazer adaptações, né? Então, por exemplo, é, só para você ter uma ideia, por exemplo, cinética química, essa parte de físico química que está no segundo ano, no segundo ano do ensino médio, geralmente ele é cobrado, só lá no PISM três, no terceiro ano. Então a gente tenta fazer, tipo uma adaptação, né?"

Subtema 3: Modificação do planejamento de acordo com as demandas dos estudantes e do currículo escolar:

"Sim. Muitas vezes eu já, muitas vezes eu fiz isso, mas faço isso e coloco uma observação lá no meu planejamento, no diário, que houve uma mudança. De um bimestre para o outro, de conteúdo, já que os alunos tiveram dificuldades. Então eu já fiz sim. Muitas vezes."

"Com certeza, a gente consegue sim, né? Saber, a gente consegue, pelo menos a gente vê, se o trabalho interdisciplinar de preparação para as avaliações foi positivo, né? [...] Procura sim."

Integração das Avaliações Externas no Ensino:

O Professor 4 menciona que integra as avaliações externas no planejamento das aulas de química. Ele utiliza uma matriz curricular como base para seu planejamento, adaptando-o para atender às necessidades específicas dos alunos, apesar de o currículo não seguir exatamente o programa direto. Ele faz adaptações para abordar tópicos relevantes para as avaliações externas.

Subtema 1: Uso de questões de avaliações externas em atividades em sala de aula:

"Já. Já busquei. Já busquei sim, já tivemos questões adaptadas né? Ao estilo das provas do SAEB, do PISM, questões, né? Do ENEM com textos longos, já sim."

Percepção da Utilidade das Avaliações Externas:

O professor regularmente a utilidade das avaliações externas, principalmente no que se refere à melhoria do seu ensino. Ele vê essas avaliações como uma forma de medir o progresso das turmas e ajustar suas práticas pedagógicas e estratégias de ensino. Ele enfatiza que as avaliações externas são valiosas para avaliar o impacto do trabalho interdisciplinar de preparação para as avaliações.

Subtema 3: Utilização indireta dos resultados para ajustar práticas pedagógicas e estratégias de ensino:

"Com certeza, a gente consegue sim, né? Saber, a gente consegue, pelo menos a gente vê, se o trabalho interdisciplinar de preparação para as avaliações foi positivo, né? É lógico que a gente, a nota, é lógico, que essas avaliações, essas avaliações externas é nota padrão, né? Ela não sai por alunos, né? Mas, a gente consegue ver se houve melhora de uma turma para outra, de um ano para outro. Procura sim."

Em geral, o Professor 4 tem uma compreensão sólida da importância das avaliações externas e demonstra flexibilidade em seu ensino para se adaptar às demandas dos programas de avaliação e ao progresso dos alunos. Ele busca utilizar os resultados das avaliações externas como um guia para melhorar seu ensino, enfatizando a importância do trabalho interdisciplinar e a adaptação de seu planejamento de aula para abordar os tópicos relevantes.

Perfil do Professor 5 (P5)

O professor de química, representado pelo professor 5 (P5) na entrevista, demonstra um conhecimento limitado sobre as avaliações externas, incluindo o ENEM, PISA e SAEB. Ele admitiu não ter treinado ou se aprofundado nos critérios, estrutura e objetivos dessas avaliações. Apesar de ter conhecimento superficial sobre o ENEM, ele mostra falta de conhecimento sobre a forma como as avaliações são pontuadas. O professor destaca que sua especialidade é a química, deixando uma falta de interesse ou curiosidade em estudar mais sobre avaliações externas.

Conhecimento e Utilização das Avaliações Externas:

O Professor 5 demonstra um conhecimento limitado dos programas de avaliação, incluindo o ENEM, o PISA e o SAEB. Ele conhece o ENEM como um exame nacional, mas não está familiarizado com os detalhes da classificação. Ele falou um pouco sobre o PISA e tem conhecimento superficial sobre o SAEB, aplicando-o, mas sem compreender totalmente seus critérios e procedimentos. Ele não recebeu treinamento específico sobre essas avaliações.

Subtema 1: Conhecimento dos programas de avaliação (ENEM, PISA, SAEB):

“Então, o ENEM, eu conheço... eu vou te falar que eu não conheço muito bem a forma como eles avaliam, a pontuação. Ta? Isso é uma coisa que se me perguntam, “a professora como é a pontuação do ENEM”, não sei. Eu sei que o ENEM é um exame nacional. O PISA eu ouvi falar muito pouco, eu sei que ele é uma avaliação, ele, ele tem um indicador internacional. Entendeu? Mas assim, eu nunca, eu nunca parei para ver o quê que, no quê que é, do quê que se trata, como é feita essa avaliação, quais são os critérios, qual que seria o cronograma, o que é avaliado, quem são as pessoas avaliadas, quem são os países avaliados. O SAEB é aquela prova que os meninos fazem do terceiro ano, né? Da educação básica, é, que tem uma prova eu acho no nono ano. Então, eu, essa prova eu vou te falar que eu aplico, mas, eu não sei não, não estudei nada assim, nunca, nunca, nunca tive um treinamento sobre o quê que é isso. Eu nunca tive um, um, um curso, vamos dizer assim, eu nunca tive um treinamento para poder estudar e não tive curiosidade, vou ser bem sincera, não tive curiosidade de estudar sobre isso. ”

Subtema 2: Utilização das avaliações externas para orientar o planejamento das aulas:

“Primeira coisa que eu olho, por exemplo, realidade da escola onde eu estou. É o Programa de Ingresso Seletivo Misto (PISM), então o quê que eu faço, primeira coisa eu pego conteúdo programático do PISM, o quê que dá e o quê que não dá para trabalhar, né? O quê que eu já trabalhei em anos anteriores, então eu to com turma, por exemplo, pego terceiro ano médio lá, então eu vou olhar todos aqueles temas lá, e vou comprar ele, eu comparo ele com o meu CBC, que é o meu currículo básico comum. Porque quando eu dou aula numa escola estadual, eu tenho que estar ciente do que, que o meu aluno que sai de juiz de fora, ele tem que ter condição de acompanhar uma aula, em outra

cidade do mesmo estado. Né? Mas infelizmente Vinicius, quando a gente organiza o plano de curso, a gente não pode pensar desse jeito, a gente tem que levar em consideração e regionalidade, sem perder, o núcleo Central, vamos dizer assim, primeiro ano eu não posso deixar de ensinar tabela periódica. Mas o segundo ano médio, por exemplo, como não cai no PISM daqui de Juiz de Fora propriedades coligativas, é um assunto que eu não coloco. Então alguns critérios que eu uso para montar meu plano de curso, hoje, é o PISM, do caso do ensino médio da manhã. O da noite, eu já considero mais a questão do CBC mesmo, em si. ”

Subtema 3: Modificação do planejamento de acordo com as demandas dos estudantes e do currículo escolar:

“Já, já. Inclusive eu sofri um abaixo-assinado em uma escola por estar utilizando o programa da escola, na época a BNCC estava iniciando e usava o CBC e alguns alunos faziam o Pism e o Enem. ”

Integração das Avaliações Externas no Ensino:

O Professor 5 integra as pesquisas externas em seu ensino, focando na interpretação de textos químicos e em habilidades matemáticas essenciais. Ele elabora questões que impedem a interpretação de texto e cálculos básicos, identificando a importância dessas habilidades nas avaliações externas. Ele também consulta questões do PISM para orientar seu ensino, adaptando-se à realidade dos alunos.

Subtema 1: Uso de questões de avaliações externas em atividades em sala de aula:

“Já, já usei várias. Nossa do PISM então, eu costumo fazer um compilado, das questões do PISM, quando eu dava aula para os meninos do primeiro ano, eu tinha umas questões que usava do CAED, de matemática, que era para ajudar eles com unidades. Porque como eu dei ela naquele negócio do, entre jovens, né? Então, eu tenho aquela apostila de matemática até hoje. E aí tem umas coisas que eu já trabalhei muito com eles. Assim, e eu pego questão do PISM, para poder me orientar mesmo, para até para criar as minhas questões mesmo, eu tenho trabalhado muito nessas questões, as modifico em relação a realidade deles, porque as vezes eu vejo que, uma questão do ENEM vem muito elaborada, e eu não sei se eu faço certo, né? Às vezes eu tento dar uma

amenizada na realidade deles. Porque ele tem coisas que eu acho que eles não dão, algumas turmas não estão conta."

Subtema 2: Discussão e análise dos resultados das avaliações externas com os alunos:

Não há informações relevantes fornecidas na entrevista sobre essa subtema.

Subtema 3: Apropriação dos resultados para ajustar abordagens de ensino e identificar áreas de melhoria:

"Eu vejo que a escola quando ela mostra o resultado muito baixo, a gente percebe isso na sala de aula. Pelo menos na matemática e no português e que a gente vê, né? Porque assim, é os resultados que a gente tem, né? E aí, eu sou professora de química, meu aluno que não sabe interpretar, como é que eu posso ter um resultado excelente dele?"

"Uma coisa que eu sempre faço, é tentar dar muito, muitos exercícios que os meninos precisam interpretar. Então às vezes eu dou uma questão, que não é uma questão muito direta, né? Por exemplo, eu trabalho muito com a questão da transposição da linguagem química, transposição não, mas assim, aquela coisa de você, ter uma um texto sobre equação química, e eles tem que escrever uma equação, e para isso eles tem que interpretar a linguagem química, tem que interpretar o português, para jogar linguagem química para montar uma equação química, vamos dizer assim. Então eu tento trabalhar a interpretação do texto, voltado para Química, a matemática, quais que são só cálculos importantes? Quais que são as habilidades que você precisa? Uma regra de três, né? Às vezes um, um, os cálculos mais básicos que a gente precisa dentro da química, Né? Aí eu tenho que trabalhar isso com eles, a questão das continhas bem básicas, que eles têm muita dificuldade, e isso aparece muito nas avaliações, né? Externas aí, a questão da matemática. "

Percepção da Utilidade das Avaliações Externas:

O professor expressou ceticismo sobre a confiabilidade das avaliações externas, especialmente no contexto do PISA, devido à complexidade da amostragem. Ele acredita que os resultados das avaliações externas refletem a realidade da escola, especialmente em matemática e português, e utiliza essas informações para adaptar suas abordagens de ensino, focando na interpretação de texto e operações básicas.

Subtema 1: Reconhecimento da importância das avaliações externas para avaliar a qualidade do ensino.

Não há informações relevantes fornecidas na entrevista sobre essa subtema.

Subtema 2: Impacto psicológico positivo ao saber que a escola obteve bons resultados nas avaliações.

Não há informações relevantes fornecidas na entrevista sobre essa subtema.

Subtema 3: Utilização indireta dos resultados para ajustar práticas pedagógicas e estratégias de ensino

“Mas a avaliação do Estado que chega para a gente avalia e entrega resultados de português e matemática né Vinicius? [...]. Então eu tento trabalhar a interpretação do texto, voltado para Química, a matemática, quais que são só cálculos importantes? Quais que são as habilidades que você precisa? Uma regra de três, às vezes os cálculos mais básicos que a gente precisa dentro da química. Ai eu tenho que trabalhar isso com eles, a questão das continhas bem básicas que eles têm muita dificuldade, e isso aparece muito nas avaliações externas, né? A questão da matemática. Mas assim eu não fico atrelada diretamente. ”

Em resumo, o Professor 5 possui conhecimento limitado sobre as avaliações externas, mas com clareza a importância das habilidades de interpretação de texto e cálculos básicos nas avaliações externas. Ele integra os elementos das avaliações externas em seu ensino, adaptando questões e enfocando áreas específicas para ajudar seus alunos a se prepararem. Ele confia nas avaliações externas para avaliar a qualidade do ensino na escola, mas tem reservas sobre a precisão dos resultados, especialmente em contextos de amostragem complexos.

Perfil do Professor 6 (P6)

O professor de química, identificado como P6, revela um conhecimento limitado sobre os programas de avaliação externa, incluindo o ENEM, PISA e SAEB. Ele demonstra desconhecimento específico sobre a prova do SAEB, confundindo-a com a "prova Brasil", da qual ele falou superficialmente. No entanto, ele compreende o propósito geral dessas avaliações, percebendo o ENEM como uma ferramenta de avaliação igualitária que visa

proporcionar oportunidades iguais para todos os alunos, independentemente de sua origem ou condições sociais. Apesar de não conhecer profundamente as avaliações externas, o professor permite a importância de analisar os resultados dessas avaliações em seu processo de ensino.

Conhecimento e Utilização das Avaliações Externas:

Subtema 1: Conhecimento dos programas de avaliação (ENEM, PISA, SAEB):

O professor possui conhecimento superficial do ENEM e ouviu falar dos outros programas, mas sua compreensão é limitada.

“É, é o SAEB que eu tenho dúvida agora se é a tal da prova Brasil, que eu sempre ouço falar todo ano. Então, ENEM é que eu conheço, propriamente dito, os outros eu ouvi falar muito superficialmente, então prefiro dizer também que eu não conheço. ”

“O objetivo que eu conheço é, então para ele trazer uma, assim uma avaliação, num sentido mais, é, igualitário, né? Porque você está empregando a mesma prova, com uma prova, que traz, questões assim, sobre, não sobre, não conteudistas, é... e com aquela proposta de realmente, que, pessoas tivessem condições de, de fazer. Ai independente da, da região, da condição, né? Daquela escola. ”

Subtema 2: Utilização das avaliações externas para orientar o planejamento das aulas:

Ele confirma a importância do ENEM como uma avaliação igualitária, mas não tem tempo para refletir sobre os resultados das avaliações externas.

“Olha, eu não conheço os resultados. Eu vou até deixar aqui na minha agenda, porque é uma coisa que, a gente não para pra pensar, sabe? Na, na rotina que a gente tem, né? Mas a gente sabe que existe um propósito para esse tipo de avaliação, que acontece todo ano também, e eu acho que tem de ser, tem que fazer parte do processo a análise desses resultados dessas avaliações, né? ”

Subtema 3: Modificação do planejamento de acordo com as demandas dos estudantes e do currículo escolar:

O professor adapta seus planos de aula com base em esboços anteriores e prioritários as necessidades dos alunos.

“É, nesse caso, Vinicius, eu imagino que sim. Porque, como eu já falei que eu tenho pouquíssimo conhecimento sobre esses instrumentos externos, sobre, é objetivo e tudo mais, então, acabo mesmo priorizando a demanda que os estudantes me trazem. Então eu acho que logicamente, eu devo passá-los na frente.”

Integração das Avaliações Externas no Ensino:

Subtema 1: Uso de questões de avaliações externas em atividades em sala de aula:

Ele utiliza algumas questões do ENEM em suas atividades, adaptando-se conforme necessário.

“Bom, utilizo questões, as vezes algumas questões. Eu sempre adapto as questões, eu nunca, mas eu já, já trabalhei com muitas questões de ENEM principalmente, de outros instrumentos avaliativos aí.”

Subtema 2: Discussão e análise dos resultados das avaliações externas com os alunos:

O professor tem dúvidas sobre a discussão dos resultados das avaliações externas com os alunos: *“Hum... não. Eu tenho até umas dúvidas em relação a isso.”*

Subtema 3: Apropriação dos resultados para ajustar abordagens de ensino e identificar áreas de melhoria.

Não há informações relevantes fornecidas na entrevista sobre essa subtema.

Percepção da Utilidade das Avaliações Externas:

Subtema 1: Reconhecimento da importância das avaliações externas para avaliar a qualidade do ensino.

Não há informações relevantes fornecidas na entrevista sobre essa subtema.

Subtema 2: Impacto psicológico positivo ao saber que a escola obteve bons resultados nas avaliações.

Não há informações relevantes fornecidas na entrevista sobre esse subtema.

Subtema 3: Utilização indireta dos resultados para ajustar práticas pedagógicas e estratégias de ensino:

O professor prioriza as demandas dos alunos em relação aos resultados das avaliações externas.

Perfil do Professor 7 (P7)

O professor de química, identificado como P7, possui conhecimento sobre diferentes programas de avaliação externa, incluindo o antigo programa PAEE, o PROEB, o ENEM e o PISA. Ele destaca a evolução do ENEM ao longo do tempo, confirmando seu caráter mais conteudista atualmente. O professor demonstra uma visão crítica em relação às avaliações externas, questionando a padronização dos conhecimentos e demonstrando desconfiança nos resultados. Ele adota uma abordagem flexível em seu planejamento de aulas, adaptando-se às necessidades dos alunos, especialmente em relação aos exames como o PISM e o ENEM. Além disso, ele valoriza a participação ativa dos alunos em atividades extras, como aulas especiais de química.

Conhecimento e Utilização das Avaliações Externas:

Subtema 1: Conhecimento dos programas de avaliação (ENEM, PISA, SAEB):

O professor tem conhecimento sobre o PAEE, PROEB, ENEM e PISA, destacando a evolução do ENEM para um formato mais conteudista. Ele também menciona a desconfiança nos resultados das avaliações externas.

“Antigamente tinha o PAEE, né? Não sei se você chegou a ver, a saber desse PAEE. Era um programa que vinha com perguntas para os alunos responderem no próprio computador, sobre química, aí depois eliminaram, né? Essa questão da avaliação. ”

“Então, o ENEM eu já conheço a muito tempo, né? E, eu acho que foi evoluindo, antes tinha umas perguntas tão banais de química e que qualquer um respondia. Hoje é muito mais conteudista, muito, você pega uma prova, e não consegue fazer uma prova de ENEM sem ter conteúdo mínimo. Eu acho que depende muito do ponto de vista, porque, a maioria do objetivo do ENEM, o objetivo do ENEM no estado, é achar que vai fazer uma avaliação, né? Do

ensino. Mas para os alunos o ENEM serve para passar no vestibular, né? Então depende do ponto de vista. ”

“Já ouvi falar do Pisa. É aquele que nivela os alunos mundialmente, né? Então eu já ouvi falar, nunca vi nenhum aluno meu fazendo não. Mas assim, eu já ouvi falar até que o Brasil está com uma, está com uma nota muito baixa, né? Mas eu não, nunca vi ninguém aplicando, e também não apliquei. Não conheço. SAEB? O SAEB é de onde? A... Eu já ouvi falar, mas não tenho acesso não. ”

Subtema 2: Utilização das avaliações externas para orientar o planejamento das aulas:

O ENEM é reconhecido como um exame importante, mas o professor questiona a perspectiva dos alunos, que veem o ENEM principalmente como um meio de adesão no ensino superior.

“Olha para ser bem sincera, eu, já tem um tempo que, eu não entro para ver resultado não. Para ser bem sincera. Faz muito tempo que eu não olho. ”

Subtema 3: Modificação do planejamento de acordo com as demandas dos estudantes e do currículo escolar:

O professor modifica seu planejamento de acordo com as demandas dos alunos, mesclando conteúdos relacionados ao PISM e ao ENEM. Ele também adota estratégias flexíveis, separando os alunos com diferentes objetivos durante as aulas.

“Quando eu faço planejamento, eu verifico assim, tem muitos alunos que querem por exemplo fazer PISM, e tem outros alunos que não querem fazer PISM. Então eu tento mesclar, eu tento mesclar, assim conteúdos de PISM. Aqueles outros que não querem, não estão ainda com nada em mente, vão fazer uma outra atividade. [...] já cheguei ao ponto de, separar turmas mesmo, deixar uns alunos fazerem pesquisa na biblioteca, de fazer pesquisa de informática, enquanto outros estavam fazendo exercício. ”

Integração das Avaliações Externas no Ensino:

Subtema 1: Uso de questões de avaliações externas em atividades em sala de aula:

O professor utiliza questões do ENEM como ponto extra para os alunos que desejam se preparar para o exame.

“Sim, sim. Questão muito de PISM, vou dizer PISM porque os meninos focam mais, né? Eles gostam, mas ENEM também com certeza. Só que eu, eu tenho um cuidado, porque as vezes, já aconteceu comigo também, eu já dei aula em muito lugar está Vinicius? Já aconteceu também, de assim, eu perceber que, a metade do aluno, metade da sala estava procurando fazer uma avaliação mais próximo disso e metade não, então resolvi fazer como ponto extra, as questões de ENEM seria um ponto extra, para os alunos, né? Quem quisesse fazer ganharia, mas não ficaria prejudicado quem não queria fazer, né? ”

Subtema 2: Discussão e análise dos resultados das avaliações externas com os alunos:

Ele valoriza a participação ativa dos alunos em atividades extras, como aulas especiais de química, em preparação para avaliações externas.

“Um Exemplo, o ENEM, né? [...] vou dar um exemplo que aconteceu ano passado. Ano passado, meus alunos de terceiro ano, queriam uma aula de química, um aulão de química. E aí nós conseguimos convencer escola de fazer um aulão no sábado, de química. E eles participaram muito, fizeram, fizemos as questões. Isso aí com certeza, os meninos pedem e você não pode recusar. ”

Subtema 3: Apropriação dos resultados para ajustar abordagens de ensino e identificar áreas de melhoria:

Não há informações relevantes fornecidas na entrevista sobre essa subtema.

Percepção da Utilidade das Avaliações Externas:

Subtema 1: Reconhecimento da importância das avaliações externas para avaliar a qualidade do ensino.

O professor questiona a utilidade das avaliações externas, demonstrando desconfiança nos resultados padronizados.

“Sinceramente, eu não confio nesses resultados. Porque não tem como você igualar, você equiparar assim os conhecimentos, aliás, nem no próprio, cidade, vamos colocar assim, nem Juiz de Fora você consegue fazer uma

padronização entre duas escolas, quanto mais de um país, no mundo. Eu não, não confio nesse tipo de avaliação por causa disso.”

Subtema 2: Impacto psicológico positivo ao saber que a escola obteve bons resultados nas avaliações.

Ele destaca a importância de atender às demandas dos alunos e oferecer oportunidades de aprendizado adicionais, como aulas especiais de química, em resposta aos pedidos dos estudantes.

“Eu tive é, dois alunos que passaram em medicina e dois que passaram em direito, né? Eu fico super feliz.”

Subtema 3: Utilização indireta dos resultados para ajustar práticas pedagógicas e estratégias de ensino:

Não há informações relevantes fornecidas na entrevista sobre essa subtema.

Perfil do Professor 8 (P8)

O professor de química retratado apresenta um perfil que revela uma mistura de experiência e desafios, transitando entre diferentes sistemas educacionais, especificamente entre o Rio de Janeiro e Minas Gerais. Suas falas refletem uma vivência marcada pela adaptação às mudanças nos currículos, sistemas de avaliação e até mesmo na estrutura de vestibulares. Suas respostas indicam que, mesmo tendo conhecimento do ENEM, não se lembra dos detalhes e pouca ou nenhuma familiaridade com o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e o Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA).

Temas de Análise

Conhecimento e Utilização das Avaliações Externas:

Subtema 1: Conhecimento dos programas de avaliação (ENEM, PISA, SAEB):

O professor revela uma lacuna em sua lembrança dos sistemas de avaliação, indicando falta de detalhes sobre sua estrutura e importância.

“Sistemas de avaliação? Se eu sei? Olha eu não to lembrando agora, no Rio, porque aqui em Minas eu não me lembro bem.”

"Conheço o Enem. O Pisa não! E o Saeb eu, assim, o nome não me é estranho."

Subtema 2: Utilização dos resultados para orientar o planejamento das aulas:

Ele confirma o ENEM como uma ferramenta para ingresso na universidade, mas não menciona sua utilidade para avaliação do aprendizado.

"Bem, resultados só mesmo, se para pensar Enem, nas outras não. Bem normalmente eu, gosto de procurar a questão de, das escolas que eu to dando aula, por exemplo, para ter noção de como eles foram, no ENEM."

"Não confio nos resultados. Porque o Enem, eu acho a forma, como eles fazem para gerar esses resultados muito ruins..."

Subtema 3: Modificação do planejamento de acordo com as demandas dos estudantes e do currículo escolar:

O professor prioriza os alunos em detrimento do currículo.

"Então, sim. Porque meu público é o estudante, então se eu não levar em consideração o que eles querem, não faz sentido, né? Então eu, eu altero sim."

Integração das Avaliações Externas no Ensino:

Subtema 1: Uso de questões de avaliações externas em atividades em sala de aula:

O professor busca questões de avaliações externas nas atividades da sala de aula e nas avaliações escolares para medir o desempenho dos alunos.

"Já usei, já, vestibulares, é, de outras universidades."

"Porque eu tento pegar mais questões próximas do que eles veriam, então, por exemplo, né? Aqui onde a base é toda o PISM, pelo menos para galera da manhã, eu boto muita questão do PISM para eles."

"[...] eu tento formular as vezes questões que estejam próximas, né? Do, da forma que é cobrada, então eu uso bastante, ENEM, PISM, é, já usei questão da, da Olimpíadas de química. "

Subtema 2: Discussão e análise dos resultados das avaliações externas com os alunos:

Ele não discute os resultados com os alunos, mas ajusta o planejamento conforme as dúvidas e demandas dos estudantes.

"Ah, já. Já usei, já, vestibulares, é, de outras universidades."

"Sim. Normalmente eu procuro para ver como que está, é, aqui em relação ao PISM..."

Subtema 3: Apropriação dos resultados para ajustar abordagens de ensino e identificar áreas de melhoria:

O professor não mostra claramente a apropriação dos resultados para ajustar suas abordagens de ensino.

"Sim. Normalmente eu procuro os resultados para ver como que está, é, aqui em relação ao PISM..."

Percepção da Utilidade das Avaliações Externas:

Subtema 1: Reconhecimento da importância das avaliações externas para avaliar a qualidade do ensino:

O professor destaca a importância do ENEM como ferramenta de acesso à universidade, mas não enfatiza seu papel na avaliação da qualidade do ensino.

"Resultados só mesmo, se for pensar Enem, nas outras não."

"Então, sim. Porque meu público é o estudante, então se eu não levar em consideração o que eles querem, não faz sentido, né? Então eu, eu altero sim."

Subtema 2: Impacto psicológico positivo ao saber que a escola obteve bons resultados nas avaliações:

Ele expressou desconfiança nos resultados do ENEM devido à sua discordância com o método de pontuação.

"Então, não confio nos resultados. Porque o Enem, eu acho a forma, como eles fazem para gerar esses resultados muito ruins..."

"Sim. Normalmente eu procuro para ver como que está, é, aqui em relação ao PISM, eu ainda não procurei, que to agora no segundo ano aqui em Minas, eu to, sou novinha aqui."

Subtema 3: Utilização indireta dos resultados para ajustar práticas pedagógicas e estratégias de ensino:

Não fica claro como o professor utiliza os resultados das avaliações externas como orientação para ajustar suas práticas pedagógicas e estratégias de ensino.

Perfil do Professor 9 (P9)

Analisando as falas da Professora 9 (P9), podemos traçar um perfil sobre seu uso e apropriação dos resultados das avaliações externas em sua prática docente. P9 demonstra um conhecimento básico sobre os programas de avaliação, como ENEM, PISA e SAEB, mas expressa ceticismo quanto à sua eficácia e relevância prática. Ela também menciona a falta de tempo para cobrir todo o conteúdo necessário e a escolha de focar em detalhes específicos, alinhando-os com as necessidades dos alunos e objetivos como passar no vestibular. Além disso, P9 evidencia certa desconexão com a aplicação prática dos resultados dessas avaliações em seu planejamento pedagógico.

Temas de Análise

Conhecimento e Utilização das Avaliações Externas

Subtema 1: Conhecimento dos programas de avaliação

"O PISA, eu sei que é internacional, O ENEM é nacional do ensino médio, começou com um objetivo e agora, era para avaliar a questão do ensino médio né, e agora já virou, é, um acesso às universidades. E o outro SAEB. Sistema de avaliação da Educação Básica, não é isso?" (Fala 2)

Subtema 2: Utilização dos resultados para orientar o planejamento das aulas

"Não dou tudo, a gente tem que escolher o que fica de fora. Simplesmente é isso, não dá tempo, impossível. O quê que eu faço, eu prefiro dar menos e dar bem dado, e fazer com que o aluno aprenda." (Fala 4)

Subtema 3: Modificação do planejamento de acordo com as demandas dos estudantes e do currículo escolar

"Na escola que eu dou aula, noventa por cento ou mais quer ser aprovado na federal. E assim educar para a cidadania, para mim, é também passar na universidade federal." (Fala 4)

Integração das Avaliações Externas no Ensino

Subtema 1: Uso de questões de avaliações externas em atividades em sala de aula

"Já usei também questões do Enem. Inclusive, lá na escola que eu trabalho, é.... a gente fez dois dias, se não me engano foram dois sábados, de simulado do ENEM." (Fala 6)

Subtema 2: Discussão e análise dos resultados das avaliações externas com os alunos

"Sim. A gente vê a nota de todas as áreas. O quê que acontece, a grande maioria dos alunos, são aprovados, pelo PISM." (Fala 7)

Subtema 3: Apropriação dos resultados para ajustar abordagens de ensino e identificar áreas de melhoria

Não há uma menção direta sobre a apropriação dos resultados das avaliações externas para ajustar as abordagens de ensino.

Percepção da Utilidade das Avaliações Externas

Subtema 1: Reconhecimento da importância das avaliações externas para avaliar a qualidade do ensino

"Não acredito muito nos resultados. Ah. Como eu sei de professor que dá resultado para aluno, é triste. Que passa o gabarito para a escola ter, é... isso, vocês têm grupos de professores que sabem, é, tem escolas que preparam os alunos para isso, para essas avaliações." (Fala 3)

Subtema 2: Impacto psicológico positivo ao saber que a escola obteve bons resultados nas avaliações

Não há uma menção específica sobre o impacto psicológico dos resultados das avaliações externas.

Subtema 3: Utilização indireta dos resultados para ajustar práticas pedagógicas e estratégias de ensino

"Na escola que eu dou aula, noventa por cento ou mais quer ser aprovado na federal. E assim educar para a cidadania, para mim, é também passar na universidade federal de Juiz de Fora." (Fala 4)

O perfil da Professora 9 reflete uma abordagem prática focada mais na preparação dos alunos para exames específicos de entrada na universidade do que na integração plena dos resultados das avaliações externas em sua prática pedagógica. Ela expressa ceticismo quanto à confiabilidade dessas avaliações, embora reconheça sua presença no sistema educacional.

Perfil do Professor 10 (P10)

A partir das falas do Professor 10 (P10), podemos traçar um perfil sobre seu uso e apropriação dos resultados das avaliações externas em sua prática docente. P10 demonstra um conhecimento específico sobre avaliações como o ENEM e o PISM, porém com uma visão crítica sobre seus objetivos e eficácia. Ele enfatiza o uso dessas avaliações para ingresso na universidade, mais do que para avaliação do conhecimento. P10 também menciona a confiança nos resultados estatísticos dessas avaliações e sua aplicação na análise de conteúdos e na orientação do planejamento de suas aulas, adaptando o currículo para atender tanto aos programas do PISM quanto às competências aplicáveis no ENEM.

Temas de Análise:

Conhecimento e Utilização das Avaliações Externas

Subtema 1: Conhecimento dos programas de avaliação

"Só o ENEM. Para mim o ENEM só tem o objetivo de ingresso na universidade, porque para mim não tenho conhecimento. " (Fala 2).

Subtema 2: Utilização dos resultados para orientar o planejamento das aulas

"Confio nos resultados estatísticos... Faço análise de conteúdos mais cobrados, a forma que é cobrada. " (Fala 3).

Subtema 3: Modificação do planejamento de acordo com as demandas dos estudantes e do currículo escolar

“Eu me norteio aqui em Juiz de Fora pelo PISM... e insiro as competências, é, a mais, que tem no ENEM e não são cobradas no PISM, neste contexto aí.” (Fala 4).

Integração das Avaliações Externas no Ensino

Subtema 1: Uso de questões de avaliações externas em atividades em sala de aula

“Sempre norteio as minhas avaliações, em sala de aula, com base em questões anteriores do ENEM, do PISM ou da, da Olimpíada Brasileira de Química.” (Fala 6).

Subtema 2: Discussão e análise dos resultados das avaliações externas com os alunos

“Aham, faz total sentido para a minha prática o uso dos resultados. Porque aí eu consigo, verifique qual tópico que eles têm mais dificuldade...” (Fala 7).

Subtema 3: Apropriação dos resultados para ajustar abordagens de ensino e identificar áreas de melhoria

Não há informações específicas sobre como P10 usa os resultados para ajustar suas estratégias de ensino.

Percepção da Utilidade das Avaliações Externas

Subtema 1: Reconhecimento da importância das avaliações externas para avaliar a qualidade do ensino

P10 não expressamente a importância das avaliações externas para avaliar a qualidade do ensino.

Subtema 2: Impacto psicológico positivo ao saber que a escola obteve bons resultados nas avaliações

Não há informações específicas sobre o impacto psicológico dos resultados das avaliações externas sobre P10.

Subtema 3: Utilização indireta dos resultados para ajustar práticas pedagógicas e estratégias de ensino

“Eu consigo, verificar qual tópico eles têm mais dificuldade, é que eu tenho que abordar, talvez por mais tempo, de forma diferenciada. ” (Fala 7).

Estas falas indicam que o Professor 10 utiliza ativamente os resultados das avaliações externas, como o ENEM e o PISM, para orientar seu planejamento e prática pedagógica, embora ele tenha uma visão crítica sobre o papel dessas avaliações. Ele se concentra em preparar os alunos para o sucesso nessas avaliações, integrando as competências obrigatórias e ajustando seu ensino de acordo com as áreas de dificuldade dos alunos.

APÊNDICE F – Divulgação do curso de extensão nas plataformas e redes sociais



ufjf
UNIVERSIDADE
FEDERAL DE JUIZ DE FORA

**A QUÍMICA SOB A ÓTICA
ESTATÍSTICA DO ENEM:
O QUE PROFESSORES DESSA DISCIPLINA
PRECISAM SABER**

✓ Certificado
🕒 20 horas

**CURSO DE CAPACITAÇÃO PARA
PROFESSORES DE QUÍMICA**

**Professor
Vinícius Carvalho**
Doutorando em Química pela UFJF
Analista de instrumentos de avaliação

*Curso on-line com alguns encontros presenciais.
Realize sua inscrição apontando a câmera do
celular para o QR CODE ao lado.
Para mais informações:
vinicius.scq@gmail.com / @profvinicarvalho



APÊNDICE G – Seleção de itens com elevada e baixa dificuldade entre 2013 a 2017

LEGENDA

	Alto desempenho.
	Baixo desempenho.

2013 Alto e baixo desempenho.

ITEM	ÁREA	GABARITO	DESC	Ordem_Azul	% Acerto	Bisserial	PAR A	PAR B	PAR C	Ponto de Ancoragem
ITEM_6	QUI	B	H23	51	33,12%	0,416	0,021	541,709	0,092	554,793
ITEM_10	QUI	A	H14	55	24,48%	0,149	0,009	818,688	0,206	833,969
ITEM_32	QUI	D	H26	77	20,24%	0,159	0,007	836,847	0,130	870,656
ITEM_45	QUI	A	H17	90	40,57%	0,390	0,023	537,866	0,190	544,888

2014 Alto e baixo desempenho.

ITEM	ÁREA	GAB	DESC	Ordem_Azul	%ACERTO	Bisserial	PAR A	PAR B	PAR C	Ponto de Ancoragem
ITEM_4	QUI	D	H23	49	23,02%	0,295	0,027	615,460	0,153	622,994
ITEM_6	QUI	A	H8	51	21,89%	0,160	0,006	713,014	0,003	774,895
ITEM_11	QUI	D	H26	56	35,38%	0,184	-0,021	299,336	0,319	300,913
ITEM_25	QUI	D	H27	70	18,03%	0,080	-0,016	283,184	0,121	267,824
ITEM_43	QUI	C	H25	88	26,48%	0,138	0,050	712,694	0,263	713,873

2015 Alto e baixo desempenho.

ITEM	ÁREA	GABARITO	DESC	Ordem azul	%ACERTO	BISSERIAL	PAR A	PAR B	PAR C	ANCORAGEM
ITEM_1	QUI	D	014	46	48,64%	0,273	0,009	538,698	0,171	559,120
ITEM_6	QUI	C	027	51	26,66%	0,378	0,033	587,554	0,167	593,352
ITEM_10	QUI	B	027	55	20,54%	0,128	0,005	1034,219	0,153	1075,487
ITEM_45	QUI	A	004	90	16,25%	0,160	0,006	851,008	0,061	902,990

2016 Alto e baixo desempenho.

ITEM	ÁREA	GABARITO	DESC	%ACERTO	ORDEM_AZUL	PAR A	PAR B	PAR C	ANCORAGEM
ITEM_1	QUI	B	18	31,09%	46	0,017	566,087	0,088	582,744
ITEM_33	QUI	D	27	18,34%	78	0,009	840,052	0,140	865,667
ITEM_39	QUI	A	3	35,54%	84	0,008	695,482	0,225	709,909
ITEM_44	QUI	E	17	36,60%	89	0,028	537,735	0,129	545,972

2017 Alto e baixo desempenho.

ITEM	ÁREA	TX_GABAR	DESC	%ACERTO	ORDEM_A	PAR A	PAR B	PAR C	ANCORAGEM
ITEM_16	QUI	A	3	6,83%	106	0,024	768,818	0,061	781,605
ITEM_23	QUI	E	25	14,84%	113	0,021	756,978	0,136	767,727
ITEM_25	QUI	A	7	43,17%	115	0,016	529,163	0,004	552,197
ITEM_28	QUI	A	10	44,15%	118	0,021	569,990	0,228	575,117

APÊNDICE H – ATIVIDADE 1

Orientações de análise.

Quadro X - Ficha de preenchimento da análise mista

1- Colar a imagem do item aqui: 2- Responder: Qual o código da habilidade do Enem? Qual o texto dessa habilidade? Propor a sentença descritora para este item em específico. 3- Informar, quais são os possíveis caminhos que os estudantes realizaram para chegar até cada alternativa. (Fazer para as alternativas A, B, C, D e E). 4- Propor uma discussão utilizando as bisseriais das alternativas e os parâmetros ‘a’, ‘b’ e ‘c’ da TRI.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Itens a serem analisados:

Edição de 2014 – Turma A

Figura X – Questão 49 do caderno azul

O potencial brasileiro para transformar lixo em energia permanece subutilizado — apenas pequena parte dos resíduos brasileiros é utilizada para gerar energia. Contudo, bons exemplos são os aterros sanitários, que utilizam a principal fonte de energia ali produzida. Alguns aterros vendem créditos de carbono com base no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), do Protocolo de Kyoto. Essa fonte de energia subutilizada, citada no texto, é o A etanol, obtido a partir da decomposição da matéria orgânica por bactérias. B gás natural, formado pela ação de fungos decompositores da matéria orgânica. C óleo de xisto, obtido pela decomposição da matéria orgânica pelas bactérias anaeróbias. D gás metano, obtido pela atividade de bactérias anaeróbias na decomposição da matéria orgânica. E gás liquefeito de petróleo, obtido pela decomposição de vegetais presentes nos restos de comida.

Fonte: Inep (2014)

Figura X – Questão 51 do caderno azul

Para impedir a contaminação microbiana do suprimento de água, deve-se eliminar as emissões de efluentes e, quando necessário, tratá-lo com desinfetante. O ácido hipocloroso (HClO), produzido pela reação entre cloro e água, é um dos compostos mais empregados como desinfetante. Contudo, ele não atua somente como oxidante, mas também como um ativo agente de cloração. A presença de matéria orgânica dissolvida no suprimento de água clorada pode levar à formação de clorofórmio (CHCl₃) e outras espécies orgânicas cloradas tóxicas.

SPIRO, T. G.; STIGLIANI, W. M. *Química ambiental*. São Paulo: Pearson, 2009 (adaptado).

Visando eliminar da água o clorofórmio e outras moléculas orgânicas, o tratamento adequado é a

- A** filtração, com o uso de filtros de carvão ativo.
- B** fluoretação, pela adição de fluoreto de sódio.
- C** coagulação, pela adição de sulfato de alumínio.
- D** correção do pH, pela adição de carbonato de sódio.
- E** floculação, em tanques de concreto com a água em movimento.

Fonte: Inep (2014)

Dados estatísticos da TRI.

Ordem_Azul	GA B	HA B	% ACERTO	Bisseri al	% A	% B	% C	% D	% E	% B/N
49	D	023	23,02%	0,295	17,93 %	19,65 %	18,08 %	23,02 %	20,97 %	0,35 %
51	A	008	21,89%	0,160	21,89 %	17,83 %	17,93 %	18,98 %	22,99 %	0,39 %

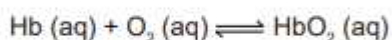
Ordem_Azul	BISS A	BISS B	BISS C	BISS D	BISS E
49	-0,072	-0,028	-0,070	0,295	-0,138
51	0,160	0,030	-0,084	-0,015	-0,087

Ordem_Azul	PAR 'a'	PAR 'b'	PAR 'c'	Ponto de Ancoragem
49	0,027	615,460	0,153	622,994
51	0,006	713,014	0,003	774,895

Edição 2015 – Turma B

Figura X – Questão 46 do caderno azul

Hipoxia ou mal das alturas consiste na diminuição de oxigênio (O_2) no sangue arterial do organismo. Por essa razão, muitos atletas apresentam mal-estar (dores de cabeça, tontura, falta de ar etc.) ao praticarem atividade física em altitudes elevadas. Nessas condições, ocorrerá uma diminuição na concentração de hemoglobina oxigenada (HbO_2) em equilíbrio no sangue, conforme a relação:



Mal da montanha. Disponível em: www.feng.pucrs.br. Acesso em: 11 fev. 2015 (adaptado).

A alteração da concentração de hemoglobina oxigenada no sangue ocorre por causa do(a)

- A** elevação da pressão arterial.
- B** aumento da temperatura corporal.
- C** redução da temperatura do ambiente.
- D** queda da pressão parcial de oxigênio.
- E** diminuição da quantidade de hemácias.

Fonte: Inep (2015)

Figura X – Questão 55 do caderno azul

A hidroponia pode ser definida como uma técnica de produção de vegetais sem necessariamente a presença de solo. Uma das formas de implementação é manter as plantas com suas raízes suspensas em meio líquido, de onde retiram os nutrientes essenciais. Suponha que um produtor de rúcula hidropônica precise ajustar a concentração do íon nitrato (NO_3^-) para 0,009 mol/L em um tanque de 5 000 litros e, para tanto, tem em mãos uma solução comercial nutritiva de nitrato de cálcio 90 g/L. As massas molares dos elementos N, O e Ca são iguais a 14 g/mol, 16 g/mol e 40 g/mol, respectivamente.

Qual o valor mais próximo do volume da solução nutritiva, em litros, que o produtor deve adicionar ao tanque?

- A** 26
- B** 41
- C** 45
- D** 51
- E** 82

Fonte: Inep (2015)

Dados estatísticos da TRI.

Ordem_Azul	GA B	HA B	% ACERTO	Bisseri al	% A	% B	% C	% D	% E	% B/N
46	D	014	48,64%	0,273	23,07%	9,37%	6,53%	48,64%	12,14%	0,25%
55	B	027	20,54%	0,128	16,75%	20,54%	27,30%	22,05%	12,91%	0,45%

Ordem_Azul	BISS A	BISS B	BISS C	BISS D	BISS E
46	-0,131	-0,161	-0,094	0,273	-0,028
55	-0,056	0,128	-0,016	0,002	-0,068

Ordem_Azul	PAR 'a'	PAR 'b'	PAR 'c'	Ponto de Ancoragem
46	0,009	538,698	0,171	559,120
55	0,005	1034,219	0,153	1075,487

APÊNDICE I – ATIVIDADE 2

Itens a serem analisados:

Edição de 2016 – Turma A

Figura X – Questão 78 do caderno azul

Após seu desgaste completo, os pneus podem ser queimados para a geração de energia. Dentre os gases gerados na combustão completa da borracha vulcanizada, alguns são poluentes e provocam a chuva ácida. Para evitar que escapem para a atmosfera, esses gases podem ser borbulhados em uma solução aquosa contendo uma substância adequada. Considere as informações das substâncias listadas no quadro.

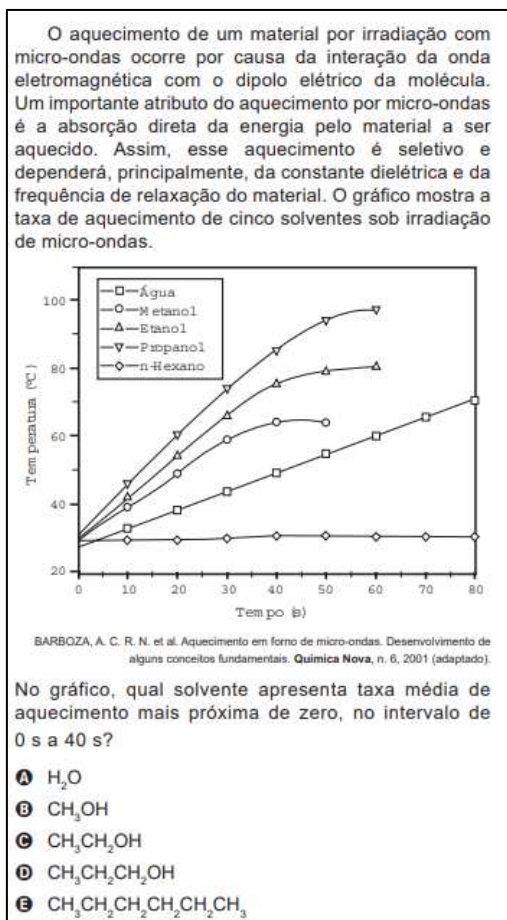
Substância	Equilíbrio em solução aquosa	Valor da constante de equilíbrio
Fenol	$\text{C}_6\text{H}_5\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_6\text{H}_5\text{O}^- + \text{H}_3\text{O}^+$	$1,3 \times 10^{-10}$
Piridina	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+ + \text{OH}^-$	$1,7 \times 10^{-9}$
Metilamina	$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{OH}^-$	$4,4 \times 10^{-4}$
Hidrogenofosfato de potássio	$\text{HPO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{OH}^-$	$2,8 \times 10^{-2}$
Hidrogenosulfato de potássio	$\text{HSO}_4^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_3\text{O}^+$	$3,1 \times 10^{-2}$

Dentre as substâncias listadas no quadro, aquela capaz de remover com maior eficiência os gases poluentes é o(a)

☐ A fenol.
☐ B piridina.
☐ C metilamina.
☐ D hidrogenofosfato de potássio.
☐ E hidrogenosulfato de potássio.

Fonte: Inep (2016)

Figura X – Questão 89 do caderno azul



Fonte: Inep (2016)

Dados estatísticos da TRI.

Ordem_Azul	GAB	HAB	% ACERTO	% A	% B	% C	% D	% E	% B/N
78	D	27	18,34%	24,46%	7,59%	31,05%	18,34%	18,15%	0,41%
89	E	17	36,60%	23,51%	11,56%	14,70%	13,33%	36,60%	0,30%

Ordem_Azul	BISS A	BISS B	BISS C	BISS D	BISS E
78	0,139	-0,062	-0,014	-0,119	0,139
89	0,438	-0,162	-0,126	-0,148	-0,137

Ordem_Azul	PAR 'a'	PAR 'b'	PAR 'c'	Ponto de Ancoragem
78	0,009	840,052	0,140	865,667
89	0,028	537,735	0,129	545,972

Edição 2017 – Turma B

Figura X – Questão 106 do caderno azul

Na Idade Média, para elaborar preparados a partir de plantas produtoras de óleos essenciais, as coletas das espécies eram realizadas ao raiar do dia. Naquela época, essa prática era fundamentada misticamente pelo efeito mágico dos raios lunares, que seria anulado pela emissão dos raios solares. Com a evolução da ciência, foi comprovado que a coleta de algumas espécies ao raiar do dia garante a obtenção de material com maiores quantidades de óleos essenciais.

A explicação científica que justifica essa prática se baseia na

- A** volatilização das substâncias de interesse.
- B** polimerização dos óleos catalisada pela radiação solar.
- C** solubilização das substâncias de interesse pelo orvalho.
- D** oxidação do óleo pelo oxigênio produzido na fotossíntese.
- E** liberação das moléculas de óleo durante o processo de fotossíntese.

Fonte: Inep (2017)

Figura X – Questão 115 do caderno azul

As centrífugas são equipamentos utilizados em laboratórios, clínicas e indústrias. Seu funcionamento faz uso da aceleração centrífuga obtida pela rotação de um recipiente e que serve para a separação de sólidos em suspensão em líquidos ou de líquidos misturados entre si.

RODITI, I. Dicionário Houaiss de física. Rio de Janeiro: Objetiva, 2005 (adaptado).

Nesse aparelho, a separação das substâncias ocorre em função

- A** das diferentes densidades.
- B** dos diferentes raios de rotação.
- C** das diferentes velocidades angulares.
- D** das diferentes quantidades de cada substância.
- E** da diferente coesão molecular de cada substância.

Fonte: Inep (2017)

Dados estatísticos da TRI.

Ordem_Azul	% ACERT								
	GAB	HAB	O	% A	% B	% C	% D	% E	% B/N
106	A	27	6,83%	6,83%	26,71%	9,47%	19,51%	37,28%	0,20%
115	A	17	43,17%	43,17%	14,56%	11,77%	12,13%	18,16%	0,21%

Ordem_Azul	BISS A	BISS B	BISS C	BISS D	BISS E
106	0,0997	-0,0195	-0,0078	-0,0087	-0,0205
115	0,3858	-0,1522	-0,0975	-0,1748	-0,1243

Ordem_Azul	PAR 'a'	PAR 'b'	PAR 'c'	Ponto de Ancoragem
106	0,024	768,818	0,061	781,605
115	0,016	529,163	0,004	552,197

ANEXOS

ANEXO A – VOCÊ É UM NÚMERO - CLARICE LISPECTOR

Se você não tomar cuidado, vira um número até para si mesmo. Desde o instante em que você nasce, classificam-no com um número. Sua identidade no Instituto Félix Pacheco é um número. O registro civil é um número. Seu título de eleitor é um número. Profissionalmente falando, você também é. Para ser motorista, tem carteira com número e chapa de carro. No Imposto de Renda, o contribuinte é identificado com um número. Seu prédio, seu telefone, seu número de casa, seu número de apartamento – tudo é número.

Se você parar um pouco e pensar, vai também encontrar outros números na sua vida, como por exemplo: a data do aniversário, número de anos de vida que você tem, o número do sapato que calça, o número de filhos que tem ou o número de irmãos. Na escola, você também tem um número de matrícula.

Se você é dos que abrem crediário, para eles você também é um número. Se tem propriedades, também. Se é sócio de um clube, tem um número. Se é imortal da Academia Brasileira de Letras, tem número da cadeira.

É por isso que vou tomar aulas particulares de Matemática. Preciso saber das coisas. Ou aulas de Física. Não estou brincando: vou mesmo tomar aulas de Matemática, preciso saber alguma coisa sobre esse mundo dos números.

Se você é comerciante, seu Alvará de Localização o classifica também.

Se é contribuinte de qualquer obra de beneficência, também é solicitado por um número. Se faz viagem de passeio ou de turismo ou de negócio, recebe um número. Se possui ações, também recebe um, como acionista de uma companhia. É claro que você é um número no recenseamento. Se é católico, recebe número de batismo. No registro civil ou religioso, você é numerado. Se possui personalidade jurídica, tem. E quando a gente morre, no jazigo, tem um número. E a certidão de óbito também.

Se há uma guerra, você é classificado por um número. Numa pulseira com placa metálica, se não me engano. Ou numa corrente de pescoço, metálica.

Nós vamos lutar contra isso. Cada um é cada um, sem número. O si – mesmo é apenas o si – mesmo.

E Deus não é número.

Vamos ser gente, por favor? Nossa sociedade está nos deixando secos como um número seco, como um osso branco seco exposto ao sol. Meu número íntimo é 9. Só. 8. Só 7. Sem somá-los nem transformá-los em novecentos e oitenta e sete. Estou me classificando com um número? Não, a intimidade não deixa. Veja, tentei várias vezes na vida não ter um número e não escapei. O que faz com que precisemos de muito carinho, de nome próprio, de genuinidade. Vamos amar que o amor não tem número. Ou tem?

ANEXO B – Aprovação da pesquisa pelo Comitê de Ética



Continuação do Parecer: 4.350.077

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1340849.pdf	20/10/2020 10:01:01		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DETALHADO1.docx	20/10/2020 10:00:47	Vinicius da Silva Carvalho	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	08/10/2020 11:37:27	Vinicius da Silva Carvalho	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracao_instituicao_infra.pdf	28/05/2020 17:45:48	Vinicius da Silva Carvalho	Aceito
Declaração de concordância	declaracao_concordancia.pdf	28/05/2020 17:45:04	Vinicius da Silva Carvalho	Aceito
Outros	curso_de_formacao.docx	28/05/2020 17:42:26	Vinicius da Silva Carvalho	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto_1.pdf	28/05/2020 17:33:46	Vinicius da Silva Carvalho	Aceito
Outros	Entrevista.docx	28/05/2020 16:57:16	Vinicius da Silva Carvalho	Aceito
Declaração de Pesquisadores	termo_sigilo.pdf	22/05/2020 11:56:22	Vinicius da Silva Carvalho	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JUIZ DE FORA, 20 de Outubro de 2020

Assinado por:
Jubel Barreto
(Coordenador(a))

