

HELENA RIVELLI DE OLIVEIRA

**ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS:
O USO DE ANALOGIAS COMO RECURSO PARA A CONSTRUÇÃO
DO CONHECIMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação.

Linha de pesquisa: Linguagem, Conhecimento e Formação de Professores

Orientador: Prof. Dr. Márcio Silveira Lemgruber

Juiz de Fora
2012

Oliveira, Helana Rivelli de.

Argumentação no ensino de ciências: o uso de analogias como recurso para a construção do conhecimento / Helena Rivelli de Oliveira. – 2012.

130 f.

Dissertação (Mestrado em Educação)–Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

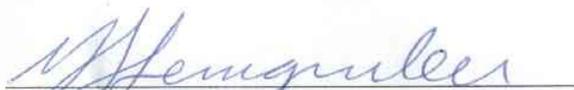
1. Ciência – Estudo e ensino. 2. Formação de professores. I. Título.

CDU 5(075.8)

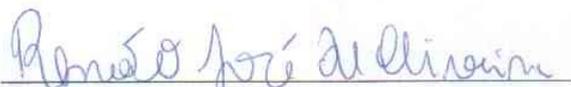
HELENA RIVELLI DE OLIVEIRA

**ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS: O USO DE ANALOGIAS COMO
RECURSO PARA A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO**

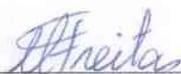
Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Juiz de Fora, pela seguinte banca examinadora:



Prof. Dr. Márcio Silveira Lemgruber
(Orientador)
Programa de Pós-Graduação em Educação, UFJF



Prof. Dr. Renato José de Oliveira
Programa de Pós-Graduação em Educação, UFRJ



Prof. Dra. Maria Teresa de Assunção Freitas
Programa de Pós-Graduação em Educação, UFJF

Juiz de Fora, 02 de março de 2012.

Dedico este trabalho aos professores que, generosamente, compartilharam suas histórias comigo.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Márcio, que recebeu atenciosamente minhas primeiras ideias. Obrigada por acompanhar com paciência esses meus primeiros passos na pesquisa acadêmica e por ter se tornado, ao longo deste trabalho, um grande exemplo!

À Maria Teresa e ao Renato, cujas considerações modificaram e enriqueceram nossas ideias.

À minha mãe, Glória, e meus irmãos, Letícia, Heitor e Vanessa, que sempre acreditaram na minha capacidade.

Ao Fernando, por me fazer realmente acreditar que tudo vai dar certo. Obrigada por respeitar e compartilhar meus sonhos, por todo carinho e pelo apoio e paciência incondicionais.

Aos meus sobrinhos, João Vítor, Sofia, Iasmim, Marcela e Júlia, pela alegria dos momentos de descontração.

Aos demais professores do PPGE da UFJF, que têm a difícil tarefa de lapidar as arestas para que nos tornemos Mestres em Educação.

Aos professores sujeitos dessa pesquisa, friamente chamados de 1, 2, 3 e 4, que generosamente compartilharam suas histórias.

Ao Professor 4 e à instituição escolar a qual pertence, por sua coragem em me receber em suas salas de aula.

Aos colegas do mestrado e do grupo de estudos “Teoria da Argumentação e Educação”, por tudo que compartilhamos.

No meio do caminho

No meio do caminho tinha uma pedra
Tinha uma pedra no meio do caminho
Tinha uma pedra
No meio do caminho tinha uma pedra.

Nunca me esquecerei desse acontecimento
Na vida de minhas retinas tão fatigadas.
Nunca me esquecerei que no meio do caminho
Tinha uma pedra
Tinha uma pedra no meio do caminho
No meio do caminho tinha uma pedra.

Carlos Drummond de Andrade

RESUMO

Esta pesquisa buscou compreender como analogias e metáforas são utilizadas pelo professor como instrumento para favorecer a aprendizagem dos conceitos científicos. Para esse fim, a prática de ensino dos professores tornou-se nosso objeto de exame. Sob orientação teórica da Teoria da Argumentação de Chaïm Perelman, refletimos sobre como aspectos da cultura científica foram determinantes para a assepsia linguística vivenciada hoje na ciência, se tornando também responsável pela distância entre os discursos da sala de aula. A argumentação oferece um contraponto à demonstração asséptica e a analogia surge como um recurso argumentativo capaz de diminuir esse afastamento, uma vez que se apoia em conhecimentos prévios para que novos conceitos sejam apreendidos. Os fatos foram alcançados através da entrevista dialógica e da observação mediada, instrumentos elaborados à luz da pesquisa qualitativa com enfoque histórico-cultural. Nossa análise nos permite afirmar que os professores não têm conhecimento aprofundado sobre o tema, ignorando a existência de fases que regem o uso da aproximação analógica como instrumento de ensino. Nas analogias propostas, o mapeamento de semelhanças e diferenças foi subtilizado, desprezando a ideia de que o consenso é a chave para a criação da relação entre foro e tema. Desconsiderada a complexidade dessa ferramenta argumentativa, a superação da analogia e consequente abstração dos conceitos científicos passam a constituir tarefa exclusiva dos alunos e, por isso, incerta. A escassez de situações em que a analogia realmente constituiu recurso fértil para a aprendizagem provém do próprio modo como o professor se relaciona com seu discurso, o discurso dos alunos e os recursos de ensino, refletindo sua concepção de ciência e educação em Ciências.

Palavras-chave: Teoria da Argumentação, analogias, ensino de Ciências.

ABSTRACT

This research sought to understand how analogies and metaphors are used by the teachers as a tool to promote the learning of scientific concepts. To this, the teacher's teaching practice has become the object of our examination. Supported by the theoretical orientation of the Argumentation's Theory by Chaïm Perelman, we reflect on how aspects of scientific culture were determinants of linguistic asepsis experienced today in science, also becoming responsible for the distance between the discourses of the classroom. The argumentation provides an opposed to aseptic demonstration and the analogy emerges as a reasoning tool able to reduce this distance, since it relies on previous knowledge to new concepts. The facts were obtained through dialogical interview and mediated observation, instruments developed in the qualitative research with approach historical-cultural. The analysis allows us to say that teachers do not have detailed knowledge on the theme, ignoring the existence of phases to use of the analogue approach as a teaching tool. In the presentation of analogies, the mapping of similarities and differences was underutilized, despising the idea that consensus is the key to creating the relationship between and the terms. Despised the complexity of reasoning tool, overcoming the analogy and the subsequent abstraction shall become the exclusive task of the students, therefore, uncertain. The shortage of situations where the analogy really was fertile tool for learning comes from the way the teacher relates to his discourse, the students discourse and tool learning, reflecting their view of science and science education.

Keywords: Argumentation's Theory, analogies, science education.

LISTA DE FIGURAS, QUADROS E TABELAS

LISTA DE FIGURAS

Formatação definida no MECA	45
Mapa seqüencial da estrutura da analogia	48
Mapa das bases e limites da analogia	49
Texto disponível no livro didático do 6º ano	79
Texto disponível no livro didático do 7º ano	80
Texto disponível no livro didático do 8º ano	80
Texto disponível no livro didático do 9º ano	80
Texto disponível no livro didático do 6º ano e que se destina a pensar sobre o que define a ciência	81
Texto disponível no livro didático do 6º ano e que procura definir o trabalho do cientista ...	82
Texto disponível no livro do 8º ano e que apresenta a analogia da máquina humana	83
Tabela dos mecanismos evolutivos, retirada do livro didático do 9º ano	84
Texto disponível no livro didático do 6º ano e que relaciona atividade científica e origens da Terra	85
Box retirado do livro didático do 7º ano e citado no EPE4.1	92
Charge retirada do livro didático do 7º ano e citada no EPE4.1	92
Modelos atômicos, de acordo com histórico da estrutura atômica, presente no livro didático do 9º ano	120

LISTA DE QUADROS

Síntese dos modelos de ensino com analogias	43
---	----

LISTA DE TABELAS

Analogias propostas pelos alunos	95
Analogias que não se comunicam entre si	96
Analogias que se comunicam entre si	98

SUMÁRIO

1 O RIO, O ANFIOXO E A ARGUMENTAÇÃO	10
2 REVISITA TEÓRICA	18
2.1 ASPECTOS DA CULTURA CIENTÍFICA E ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO	21
2.2 DISCURSOS, ARGUMENTOS E RECURSOS	30
2.3 O ARGUMENTO POR ANALOGIA E A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	38
3 PROCESSO METODOLÓGICO	50
3.1 OS CAMINHOS DA PESQUISA	52
3.2 CONTEXTUALIZAÇÃO DOS SUJEITOS	60
4 OS ÂMBITOS DA ARGUMENTAÇÃO	67
4.1 O PROFESSOR E SEU AUDITÓRIO	68
4.2 A RELAÇÃO ENTRE AS ANALOGIAS E A CRIAÇÃO	78
5 TÉCNICAS ARGUMENTATIVAS: O RACIOCÍNIO POR ANALOGIA	88
5.1 TINHA UMA PEDRA NO MEIO DO CAMINHO	89
5.2 O PROFESSOR, SUAS ANALOGIAS E OUTROS RECURSOS ARGUMENTATIVOS	108
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	122
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125

1 O RIO, O ANFIOXO E A ARGUMENTAÇÃO

“Poderia me dizer, por favor, que caminho devo tomar para sair daqui?”, perguntou Alice. “Isso depende bastante de onde quer chegar”, disse o gato. “O lugar não me importa muito”, disse Alice. “Então não importa que caminho vai tomar”, disse o gato.

Lewis Carroll

Revistar os baús da memória em busca de algo que delimite o início de minha trajetória como professora de Ciências me parece ser algo em vão. A docência não é como um caminho demarcado que, por vezes, apresenta alguma encruzilhada onde se pode parar e pedir uma informação, como fez Alice. Assemelha-se mais ao curso de um rio revolto onde mergulhamos, somos levados, aprendemos a nadar, remamos contra correntezas. Então, a via que trilhei até aqui não me foi dada, mas construída, desconstruída e reconstruída ao longo de minha formação.

Todo esse movimento de reencontro e identidade me transporta para a infância na cidadezinha de Brás Pires, interior de Minas Gerais. Acredito encontrar lá, entre amigos e brincadeiras, vivências que influenciaram a escolha pela faculdade de Ciências Biológicas. Curiosos e certos na tentativa de experimentar nosso pequeno mundo, realizávamos verdadeiras “expedições” pela vizinhança, às margens do rio Xopotó, apenas para encontrar algo diferente que pudesse ser alvo de nossa investigação. Mas um episódio em especial ficou marcado para sempre em minha memória.

Certa vez organizamos em casa uma feira de Ciências. Tínhamos jurados, premiação e muita imaginação para arquitetar nossos projetos. Ansiosa por articular o que havia aprendido nas aulas de Ciências, lancei-me à grandiosa tarefa de coletar girinos no córrego para a demonstração do meu projeto para a feira, que tinha como tema a metamorfose dos animais. É provável que essa brincadeira, perdida entre as lembranças de meus amigos que resolveram trilhar outros percursos, tenha sido para mim uma valiosa ponte entre a curiosidade infantil e as ambições juvenis. A partir daí, meu amor pela Biologia crescia à medida que os conteúdos escolares se tornavam mais complexos. Com o fim do Ensino Médio, concretizei meus

impulsos ao ingressar no curso de Ciências Biológicas na Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ). Pode-se dizer, assim, que teve início aí meu mergulho no rio da docência.

Durante o curso das disciplinas, explorei os campos que a UFSJ me permitiu. No início, encabecei um projeto que desenvolvia um trabalho fitoterápico na Associação de Pais e Amigos dos Excepcionais (APAE) de São João Del Rei. Nesse trabalho, desenvolvi com os alunos noções de meio ambiente e cidadania, além de uma horta de plantas medicinais. Acredito que com essa experiência me molhei até os joelhos. Mas o rio seguiu adiante e fui me aprofundando nas disciplinas específicas do curso.

Senti dificuldades em Citologia, Histologia, Parasitologia, Imunologia e várias outras por um motivo bem simples: eu não sei desenhar. Olhar o que o microscópio me revelava e transcrever para uma folha de papel era quase impossível. Minhas *bolinhas* não tinham muita personalidade e então me afastei como que por instinto de tudo o que incluía essa atividade. Concomitantemente, os estudos de Botânica, Anatomia, Zoologia (dentre outras) me revelaram uma face mecânica das pesquisas biológicas, herança latente do positivismo científico. Assim, a rotina de corta, limpa, estica, alfineta, seca, verifica, costura, observa e identifica despertou um sentimento de que algo me faltava. Qualquer coisa inesperada, uma variável que fugisse do controle ou algo que não se permitisse medir e avaliar tão passivamente. Sem que eu pudesse perceber de imediato, sentia falta do traço subjetivo do elemento humano. O mergulho displicente se transformava aos poucos em escolha consciente.

A esse sentimento de falta, juntou-se certa dificuldade na compreensão dos discursos dos professores que, mesmo dentro de uma única área do conhecimento, apresentam discrepâncias consideráveis devido à complexidade técnica que abordam. Em paralelo, fui descobrindo um prazer diferente nas disciplinas didáticas e um fio que interligava todas as minhas experiências anteriores. Integrando um projeto que visava à estruturação da Associação de Catadores de Material Reciclável de São João Del Rei (ASCAS), experimentei trabalhar o vazio que restava com as vivências que os catadores me possibilitaram. Porém, ainda nas disciplinas específicas, o anfioxo marcou para sempre minha entrada no rio da docência.

O anfioxo é um animal marinho com cerca de seis centímetros e pertencente ao grupo dos cefalocordados. A estrutura de seu desenvolvimento embrionário é utilizada para o estudo e o ensino de Embriologia como o modelo básico para vários animais, inclusive o homem. Nunca compreendi claramente os conteúdos de Embriologia simplesmente porque nunca

havia visto um anfioxo e seu modelo embrionário não me atingia. Contudo, quando o professor utilizou o modelo de uma bola de futebol para explicar as etapas que convergiam para a formação dos folhetos embrionários, percebi que era capaz de entender Embriologia, pois a imagem da bola me era comum.

Esse *pequeno* fato, que foi apenas mais um para muitos de meus colegas, chamou minha atenção para a importância do biólogo não só na construção da ciência, mas também no ensino de Ciências e Biologia nas escolas e universidades. A cada atividade desenvolvida no estágio supervisionado, tentava reproduzir o que aprendi a partir da minha experiência na Embriologia. Aos poucos, percebi que o conhecimento só me fazia sentido na medida em que era compartilhado. Ao final da graduação, havia resolvido seguir a área de ensino de Ciências e Biologia e ser professora.

O primeiro contato com a educação formal foi lecionando Ciências em uma escola estadual na cidade de Conselheiro Lafaiete-MG. Por aproximadamente seis meses, pude experimentar a ciência agora com os olhos de professora. Foi possível também perceber que muitos dos meus alunos compartilhavam da minha dificuldade em compreender o que os professores tentavam ensinar. Porém, o mais importante foi vivenciar todas as dificuldades e desafios de ser professor em sua complexa tarefa de ensinar. Ao final do contrato, passei a lecionar Química no Ensino Médio na mesma escola.

A experiência como professora de Química trouxe inquietações semelhantes às do ensino de Ciências. Percebi que, assim como no Ensino Fundamental, a educação científica também enfrenta desafios no Ensino Médio. Neste, à dificuldade de interlocução entre discursos de professor e alunos se junta a enorme pressão que ambos os sujeitos enfrentam devido ao vestibular. Aos poucos, foram se somando as dificuldades que encontrei na sala de aula e minha curiosidade pelas pesquisas em educação, e passei assim a me interessar por atividades e práticas que tornassem a aula mais dinâmica e contextualizada. Foi então que ingressei na especialização em Educação Ambiental no Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial – Minas Gerais (SENAC-Minas).

Com um tema extremamente atual e engajador, pensei que a especialização fosse me trazer subsídios para a articulação dos conteúdos escolares com o cotidiano dos alunos. Entretanto, por detrás de um discurso inclusivo e promissor, encontrei um cenário um pouco diferente: o adjetivo *ambiental*, que deveria qualificar o substantivo *educação*, impera nesse discurso que muitas vezes é desarticulado da escola. Apesar de desenvolver meu trabalho de

conclusão de curso no ensino de Química, senti a necessidade da imersão comprometida no campo educativo para aprofundar meus conhecimentos de cunho pedagógico.

As reviravoltas do rio docente me conduziram a pesquisas que objetivavam um ensino de Ciências interativo. O contato com tais pesquisas foi em um grupo de estudos que trabalha com o ensino de Ciências por investigação na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Nesse grupo, defini minha intenção de fazer Mestrado e comecei a traçar meus destinos de pesquisadora. Um dos aspectos do ensino de Ciências mediado pela investigação é a argumentação. Entre experiências, experimentos, investigações, conteúdos e noções a possibilidade de um ensino argumentativo me chamou atenção. Busquei cenários cujo objetivo era o desenvolvimento desse recurso no ensino e então me deparei pela primeira vez com a Teoria da Argumentação de Chaïm Perelman.

Impermeável em um primeiro olhar, o estudo me revelou grandes potencialidades da teoria no ensino de Ciências. Dediquei-me a conhecer trabalhos com essa temática – o que me trouxe ao processo seletivo de Mestrado em Educação da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e ao grupo de pesquisa “Teoria da Argumentação e Educação”, coordenado pelo professor Márcio Silveira Lemgruber. Concebendo o ensino como um processo de comunicação eficiente, reconheci entre as *técnicas argumentativas* propostas por Perelman um valioso recurso já estudado sob outras óticas: as analogias e metáforas. A fim de delimitar o campo de abrangência dessa pesquisa, tomei por intenção compreender como analogias e metáforas são utilizadas pelo professor como instrumento para favorecer a aprendizagem dos conceitos científicos.

Entretanto, a ênfase nos discursos presentes na sala de aula e a abordagem da argumentação no ensino não são preocupações exclusivas minhas. Nota-se que nos últimos anos um amplo número de estudos está focado na análise de discursos de argumentação nos contextos de ensino de Ciências. É o caso das pesquisas de Jimenez-Aleixandre & Erduran, que já se tornaram referência internacional nesse segmento. Tais estudos colaboram com o deslocamento do foco da pesquisa em educação em Ciências da aprendizagem individual para a que aborda o papel da interação social no desenvolvimento de significados e entendimentos, principalmente, através da linguagem. Os autores apontam que a argumentação tem muito a contribuir para a educação científica e, em trabalho recente, destacam os fundamentos para a pesquisa em ensino e aprendizagem através da argumentação (Erduran & Jimenez-Aleixandre, 2007).

Cajal (2003) também apontou a importância de se compreender a sala de aula como uma situação social e, por isso, lugar de interação. Desse modo, o ensino pautado na argumentação, que se faz pela mediação entre conhecimentos, revela-se capaz de promover o diálogo em sua forma mais fecunda, característica indispensável para a construção do conhecimento científico na sala de aula.

Vários autores se debruçaram sobre questões semelhantes. Grande parte dessas pesquisas teve como ponto de partida os estudos de Bachelard (1996) que, remontando cenários científicos de intensa atividade, apontou noções importantes sobre as analogias na ciência. Esses trabalhos estão focados na noção bachelardiana de obstáculo epistemológico para ressaltar os limites das analogias e metáforas no ensino (Andrade *et al*, 2002; Ferry & Nagem, 2008; Figueiredo, 2008; Rivelli & Lemgruber, 2010). Outras pesquisas se ocuparam em avaliar a presença das analogias em textos e livros didáticos e paradidáticos (Neves, 2003; Giraldi, 2005; Dotti, 2007). Essas abordagens corroboram para a ideia de que a linguagem analógica é recurso corrente no ensino e que seu uso merece atenção.

No entanto, uma revisão aponta que muitas das inquietações que cercam o tema buscam avaliar o papel das analogias e metáforas como recurso para aproximar o discurso do professor ao discurso dos alunos e, portanto, mediar a construção do ensino científico na sala de aula (Andrade, 2001; Silveira, 2001; Godoy, 2002; Bozelli, 2005; Amaral, 2006; Bozeli & Nardi, 2006; Fabião & Duarte, 2006; Leite & Duarte, 2006; Ferraz, 2006; Ferry, 2008; Silva, 2008; Assis, 2009). Para Duarte (2005), todos esses estudos contribuem para mostrar que as relações analógicas promovem o entendimento do que não é familiar baseado no que é comumente conhecido.

As pesquisas brasileiras sobre o uso de analogias e metáforas na educação científica se realizam principalmente no âmbito de grupos de pesquisas em ensino de ciências. Nesse contexto, um grupo em especial tem ganhado destaque. O Grupo de Estudos de Metáforas, Modelos e Analogias na Tecnologia, na Educação e na Ciência – GEMATEC¹ – é um grupo multidisciplinar ligado ao Mestrado em Educação Tecnológica do Centro de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG). Fundado e coordenado pelo professor Ronaldo Luiz Nagem, o GEMATEC tem por finalidade contribuir para o desenvolvimento de atividades de ensino, pesquisa e extensão relativas ao tema *analogias e metáforas na*

¹ <http://www.gematec.cefetmg.br>

tecnologia, na educação e na ciência e suas pesquisas colaboram para estabelecer parâmetros para uma melhor compreensão sobre o assunto e contribuir para o desenvolvimento do acervo da produção científica e didática (Nagem *et al*, 2001; Nagem & Marcelos, 2005; Amaral, 2006; Marcelos, 2009; Assis; 2009). A partir desses referenciais, acredito ser a linguagem analógica um inegável recurso para o ensino de Ciências, expressando seu potencial para a mudança conceitual, a dissociação entre senso comum e linguagem científica, além de seu epistêmico papel para a construção do conhecimento.

A partir de todos esses referenciais, atrevo-me a dizer que a presente pesquisa não é uma revisão, mas significa uma revisita ao tema com os horizontes investigativos alargados. O estudo da analogia simplesmente pela analogia não me traz grandes expectativas. Além disso, o potencial, seja ele benéfico ou censurável, de determinada relação analógica só pode ser afirmado em etapas escolares posteriores à sua utilização. Tendo como norte a Teoria da Argumentação de Perelman, não a transformei em simples manual retórico, mas em auxílio em investigações que envolvem o discurso do professor e os recursos empregados por ele para facilitar a apreensão do conhecimento científico por parte dos alunos. Não tive a pretensão de esgotar as potencialidades da atividade argumentativa no ensino. Contudo, enfatizo a aproximação analógica como instrumento promissor para o ensino de Ciências. Assim, reconheço a analogia para além de seu papel como figura de linguagem e atribuo a ela o estatuto de ferramenta de ensino.

A estrutura do texto que se segue reflete um pouco do percurso que fiz até aqui. A partir dessa introdução, o Capítulo 2 – *Revisita teórica* – agrega as três seções que se dedicaram a fornecer um panorama conceitual para a pesquisa. Na seção *Aspectos da cultura científica e argumentação no ensino* – traçam-se algumas das características que corroboram para a rigidez da educação em Ciências e o distanciamento entre os discursos de professor e alunos. Entre esses aspectos, destacam-se a contribuição da filosofia cartesiana à cultura científica, refazendo os caminhos que levam à assepsia lingüística comum à lógica demonstrativa. Por fim, apresentam-se reflexões sobre a argumentação como característica pertinente e fértil ao ensino.

A segunda seção, *Discursos, argumentos e recursos*, representa um apanhado teórico sobre os discursos presentes na sala de aula. Articulando noções perelmanianas como auditório, orador e argumentos que fundamentam a estrutura do real, procura-se compreender como a intervenção do professor é fundamental para a argumentação no ensino.

A última seção, *O argumento por analogia e a educação em Ciências*, vem ao encontro do foco principal desse estudo: o uso de analogias e metáforas na prática de ensino dos professores. São destacadas as principais contribuições desse recurso e seus limites como ferramenta na educação, ratificando o lugar das metáforas-andaime.

No Capítulo 3 – *Processo metodológico* – expõem-se as características da investigação e os motivos pelos quais trilhamos o caminho da pesquisa qualitativa com enfoque histórico-cultural. Estabelecem-se, na primeira seção, *Os caminhos da pesquisa*, os critérios para seleção dos participantes e os métodos de coleta e análise de dados – a entrevista dialógica e a observação mediada. Na seção *Contextualização dos sujeitos*, apresentam-se os participantes, chamados de Professor 1, Professor 2, Professora 3 e Professor 4. Traços de sua formação inicial e contínua também são evidenciados.

É a partir do Capítulo 4 – *Os âmbitos da argumentação* – que o exame e reflexão dos fatos de pesquisa são discutidos. Nesse esforço, as informações provenientes de entrevistas e observações se complementam. Na primeira seção, *O professor e seu auditório*, evidencia-se a relação entre os discursos da sala de aula. Além disso, os sentidos construídos pelos sujeitos a respeito da distância entre esses discursos são perseguidos. A seção 4.2, *A relação entre as analogias e a Criação*, dedica-se a esclarecer a possível influência do discurso criacionista, característica ímpar do Professor 4, sobre o uso das analogias como instrumento de ensino. A partir daí, a concepção de ciência desse sujeito também é enfatizada.

O capítulo 5 – *Técnicas argumentativas: o raciocínio por analogia* – traz em suas duas seções todas as considerações sobre a relação analógica como ferramenta da prática de ensino dos professores. A primeira seção, *Tinha uma pedra no meio do caminho*, preocupa-se em destacar o duplo papel desse recurso argumentativo que, ou é o pilar de sustentação da construção científica, ou pode constituir obstáculo à essa formação. Ainda nesse texto, são destacadas as aproximações analógicas propostas durante as observações. Na seção 5.2, intitulada *O professor, suas analogias e outros recursos argumentativos*, busca-se a compreensão da relação entre o professor e as analogias que propõe. O vínculo entre o raciocínio analógico e outras técnicas argumentativas também é explorado nesse contexto.

Por fim, nas *Considerações finais*, apresentamos nossas conclusões sobre os fatos investigados. A partir daqui, novas questões se apresentaram e segui-las representa assumir novas buscas. Espero agora percorrer o rio da docência com outros olhares. A experiência me

fará navegar de formas diferentes, pois, parafraseando Heráclito, ninguém se banha duas vezes no mesmo rio.

2 REVISITA TEÓRICA

Raciocinar e provar não é somente calcular, e a lógica não pode contentar-se com o estudo da prova formal. Esta só assume, por sua vez, seu verdadeiro significado nos âmbitos mais gerais de uma teoria da argumentação.

Chaim Perelman

– Eu falo, falo – diz Marco –, mas quem me ouve retém somente as palavras que deseja. (...) Quem comanda a narração não é a voz: é o ouvido.

Italo Calvino

Quando os limites do racional são evocados, um vasto campo de disputas se abre. Ciência, religião e política já reivindicaram para si, e ainda reivindicam, o *status* já alcançado pela matemática como um campo de conhecimento lógico e formal. Porém, o que é razão? Para Perelman, em sua Teoria da Argumentação, racional não é somente aquilo que é redutível ao cálculo, atemporal e impessoal, demonstrado de forma coerciva. Assim, abrem-se as portas para outro terreno da razão, o argumentativo, que se torna racional a partir do momento em que se ocupa do verossímil, do não calculável. Racional, logo imensurável; torna-se este o *fio de Ariadne* que perseguimos nesse trabalho.

A partir da discussão empreendida por Perelman e Olbrechts-Tyteca em seu Tratado da Argumentação (2005) e em demais textos, preocupamo-nos em destacar a presença dessa disputa pela posse da razão no campo das Ciências Naturais. O cartesianismo teve grande influência nesse ideal. Os reflexos dessa tensa perseguição pelo mensurável e por sua expressão na forma demonstrativa na educação em Ciências permeiam a primeira seção deste capítulo – *Aspectos da cultura científica e argumentação no ensino*. Desse modo, afirmamos que o discurso da ciência assume uma linguagem asséptica também quando adentra a sala de aula. Essa assepsia, característica da via demonstrativa de comunicação de ideias, dificulta a aprendizagem uma vez que colabora para a criação de uma distância entre as falas de professor e alunos.

A argumentação surge como uma alternativa ao discurso reprodutivo-coercivo, comum no ensino, amparada em noções perelmanianas como auditório, orador, acordos e técnicas argumentativas. Como a assepsia linguística se tornou imperativa na ciência e passou a representar importante papel na educação em Ciências? De que modo uma cultura argumentativa pode influenciar a aprendizagem dos conceitos científicos? Essas são questões que procuramos responder, sem garantia de sucesso, nessa primeira seção.

A partir daí, aproximamo-nos das noções de orador e auditório sugeridas por Perelman para pensar a complexa relação entre professor e alunos. Nessa segunda seção – *Discursos, argumentos e recursos*, os padrões dialógicos já descritos por outros autores, que também chamaremos de condutas argumentativas, são utilizados para exemplificar essa relação. Investigamos, assim, como a ponte linguística estabelecida entre ambos influencia a aprendizagem. A sala de aula, vista como uma interseção das espécies de auditório, pode agora ser compreendida como um espaço de negociação de ideias, de conhecimento legitimado e até mesmo valores.

Assim como na conversa proposta por Italo Calvino na segunda epígrafe deste capítulo, na interação entre discursos de professor e alunos quem rege a argumentação é o auditório, e não o orador. Isso não significa desprezar a presença e importância do professor na sala de aula. Muito pelo contrário, significa elevar, no sentido de igualar, o lugar dos conhecimentos prévios dos alunos, pois é sabido que toda argumentação se refere inteiramente ao auditório que deseja influenciar. Quando concebemos o corpo formado pelos diferentes alunos da sala de aula, com suas idiossincrasias e histórias de vida, como um complexo e único auditório não ignoramos sua individualidade, mas apenas nos concentramos no personagem principal a que este trabalho se refere – o professor e sua prática de ensino. Mas como romper a barreira da distância que a linguagem impôs a estes dois ativos personagens?

Finalizando essa segunda seção, mostramos como as *técnicas argumentativas* descritas por Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005) podem significar um auxílio ou recurso para a diminuição da tão afamada distância que permeia a sala de aula. Com destaque para as *ligações que fundamentam a estrutura do real*, acreditamos que uma relação de semelhança entre o que já é conhecido pelo estudante e o novo conceito científico pode significar um indispensável componente da prática de ensino dos professores. Aproximando-nos de nosso

foco, as analogias como instrumento de ensino, adentramos a terceira e última seção deste capítulo – *O argumento por analogia e a educação em Ciências*.

Ao revisitar o tema das analogias no ensino de conceitos científicos, admitimos o seu lugar ímpar na história do conhecimento. Ademais, segundo Perelman, este tipo de ligação tem, no momento da descoberta e do contato com o novo, um potencial heurístico indiscutível. Dialogando com vários outros autores que também se debruçaram sobre esta questão, reconhecemos as diferenças entre analogia e metáfora e reafirmamos nossa premissa de que a linguagem analógica pode se tornar um aliado nos processos de ensino e aprendizagem.

Retomando alguns dos esquemas de utilização analógica já propostos, identificamos entre eles um fio condutor que se inicia com a apresentação da analogia e leva até sua superação. Concordamos com esse movimento, mas desenvolvemos nosso próprio mapa da estrutura analógica. Detendo-nos na desconstrução da relação analógica, percebemos a importância da conclusão dessa fase para o sucesso ou o fracasso desse tipo de argumento como ferramenta de ensino. Sobre isso, buscamos apoio em Gaston Bachelard (1996), teórico francês que se dedicou ao estudo da formação do espírito científico, de modo que esse diálogo nos possibilitou enxergar os caminhos pouco fecundos aos quais o pensamento científico foi levado devido a acepções metafóricas equivocadas.

Indagar os limites, salientar o potencial, reconhecer as insuficiências: tudo isso nos leva a crer na pertinência desse estudo e de sua importância enquanto instrumento para compreensão da prática docente. Ao retomar nossa questão de investigação, podemos perceber que ela agora apresenta alguns desdobramentos. Assim, objetivamos *compreender como analogias e metáforas são utilizadas pelo professor como instrumento para favorecer a aprendizagem dos conceitos científicos*. Os desdobramentos desta questão nos levaram a pensar sobre:

- Situações em que analogia e metáfora são tomadas como ferramenta para o ensino, a fim de descrever e compreender tais situações.
- Os sentidos construídos pelos professores sobre a utilização de analogias e metáforas como meio para diminuir a distância entre os discursos da sala de aula.
- A interseção entre o argumento por analogia e outros recursos argumentativos.
- A intrínseca relação entre demonstração e argumentação nas interações discursivas da sala de aula.

Essas indagações ampliam nosso horizonte de investigação em relação aos demais estudos que tiveram por objetivo avaliar o papel da analogia como componente da prática de ensino dos professores de Ciências, pois redireciona a lente de nossa percepção. Almejamos não apenas a compreensão da relação analógica como componente exclusivamente retórico, mas todas as interseções que esse instrumento possibilita.

2.1 ASPECTOS DA CULTURA CIENTÍFICA E ARGUMENTAÇÃO NO ENSINO

Fruto da investigação e da pesquisa, empreendidas através de uma atividade humana socialmente construída, o conhecimento científico guiou os homens nos mais nobres episódios de seu contexto histórico, atingindo o estatuto de poder para aqueles que o detinham. Os objetos da ciência, que não são os fenômenos da natureza, mas construções desenvolvidas pela comunidade científica para interpretá-la, constituem-se como importante parcela do discurso escolar. Para tanto, às recorrentes conjecturas sobre o “como o professor ensina” e o “como o aluno aprende”, somam-se estudos que objetivam a compreensão de múltiplos fatores que influenciam os processos de ensino e aprendizagem dos conceitos científicos.

Diferentemente de alguns sistemas de pensamento que assimilam o rigor necessário à objetividade do método científico à rigidez do ensino, consideramos que ensinar Ciências é inserir o aluno em um novo universo cultural com procedimentos, linguagens e princípios próprios. Dialogando sobre essa questão, Bachelard (1996, p. 23) ressalta que

Os professores de Ciências imaginam que o espírito começa como uma aula, que é sempre possível reconstruir uma cultura falha pela repetição da lição, que se pode fazer entender uma demonstração repetindo-a ponto por ponto. Não levam em conta que o adolescente entra na aula (...) com conhecimentos empíricos já constituídos: não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana.

Tomando o ensino de Ciências sob essa perspectiva, buscamos refletir sobre alguns aspectos da cultura científica e seus reflexos no ensino. Por cultura entendemos “conjunto das produções humanas portadoras de significação” (Pino, 2005, p. 59). Esse conjunto de códigos e valores compartilhados pela comunidade científica se manifesta, então, como o aparato

ideológico que reporta ao universo da ciência. Portanto, toda ciência pode ser encarada como uma prática sócio-cultural, pois é resultado da atividade humana em condições históricas específicas. Todo conhecimento científico foi produzido nessas condições. Entretanto, seu contexto de produção muitas vezes é omitido, restando aos alunos a justaposição de informações consideradas pré-existentes e absolutas, desvinculadas de qualquer aspecto histórico ou cotidiano.

Podemos considerar como traço marcante dessa cultura o monismo^{II} metodológico, um dos aspectos enraizados na noção de razão defendida pelo positivismo científico (Lemgruber, 1999). Essa noção de razão atrelou a verdade à evidência e a investigação. Perelman (1979) sugere que, para o monismo metodológico, o método demonstrativo – característico dos matemáticos – é o único a se seguir para alcançar a verdade. A noção filosófica do pluralismo se insere nesse contexto e marca a crítica perelmaniana às filosofias monistas que muitas vezes operaram como instrumentos da dominação.

O inconveniente das ideologias monistas é de favorecer um reducionismo às vezes dificilmente tolerável. Quando elas não conseguem fazer prevalecer seus pontos de vista, elas podem justificar em nome de Deus, da razão, da verdade, do interesse do estado ou do partido, o recurso da violência, do uso da força na direção dos recalcitrantes (Perelman, 1979, p. 2).

As ideias advindas do cartesianismo tiveram grande influência na instauração desse monismo. Seu precursor, René Descartes (1998), filósofo do século XVII, sinalizou com precisão em seu *Discurso do Método* bases que guiariam o pensamento científico pelo viés da razão, instituindo os critérios da concepção moderna de produção de conhecimentos. É atribuída à filosofia cartesiana a administração da revolução científica iniciada por Copérnico e Galileu e que culminou com profundas transformações na concepção da natureza (Châtelet, 1994). Supondo a natureza divina da razão e do conhecimento humanos, Descartes popularizou a nova física. Certo na ideia defendida por Galileu de que todo o universo estaria “escrito” em linguagem matemática, caberia somente à ciência decifrar esse código. Ainda apoiado em Galileu e em sua afirmação de que a realidade sensível é inteligível, o cartesianismo se dedicou a precisar um método.

A elaboração do método analítico de pensamento defendeu a fragmentação dos problemas científicos em objetos de estudo cada vez menores, acreditando na possibilidade de

^{II} No sentido de absolutismo e contrário ao pluralismo.

se conhecer a totalidade do complexo através de suas partes. Seu projeto fundamental era tornar o homem senhor e possuidor da natureza (Châtelet, 1994). A partir daí, elucidou que a objetivação do meio físico e seu real conhecimento por meio da razão seria o único acesso seguro a verdade.

É importante ressaltar que o projeto iniciado por Copérnico e Galileu representa a substituição da linguagem cotidiana pela linguagem matemática como meio de expressão da razão. Ela se torna um modelo, “trata-se, pois, de produzir uma linguagem que seja tão próxima quanto possível da inteligibilidade, da exatidão e do rigor da linguagem matemática” (Châtelet, 1994, p. 66). A partir daí, o campo no qual a verdade é administrada é constituído por via demonstrativa.

Muitas críticas se lançaram sobre a filosofia cartesiana. Para Perelman & Olbrechts-Tyteca (2005, p.1),

A concepção claramente expressa por Descartes, na primeira parte do *Discurso do método*, era a de considerar “quase como falso tudo quanto era apenas verossímil”. Foi ele que, fazendo da evidência a marca da razão, não quis considerar racionais senão as demonstrações que, a partir de idéias claras e distintas, estendiam, mercê de provas apodícticas, a evidência dos axiomas a todos os teoremas.

A filosofia cartesiana significou um ponto de partida para todo um movimento cultural que viria pensar a ciência. Contudo, o cartesianismo não foi o único a fixar princípios que conduziram à assepsia linguística vivenciada hoje no conhecimento científico. O empirismo e o positivismo tiveram grande parte na contínua tarefa de delinear um método seguro para a atividade científica. Nesse contexto, contribuíram para que as escolas de pensamento que não se detinham no rigor e na precisão de seus métodos fossem encerradas à margem dessa ciência.

Francis Bacon, teórico inglês que viveu entre os séculos XVI e XVII, foi o autor do primeiro esboço racional de uma metodologia científica. Em seu livro *Novum Organum*, estruturado como crítica ao livro *Organum* do filósofo grego Aristóteles, Bacon opõe ao silogismo o raciocínio indutivo. Assim, todo o conhecimento é reduzido aos sentidos, de modo que a experiência é enaltecida. Entretanto, a experiência não se resume à observação vaga, mas corresponde à observação metódica e aos experimentos, para a interpretação da natureza. O empirismo, como ficou conhecido esse movimento, determina então um método preciso para definir as leis e fenômenos científicos, que se resume nas três famosas *tábuas*

baconianas de investigação: a tábua da presença, a tábua da ausência e a tábua das graduações. Em geral, visam o registro do fenômeno, a descrição de situações contrárias a ele e as consequentes correlações e comparações possíveis a partir dele. O empirista parte da experiência particular para alcançar a generalização abstrata. Desse modo, o método indutivo agruparia as regras para a construção das Ciências da Natureza, lançando os fundamentos de uma nova ciência.

Ao projeto cartesiano, também se somou o positivismo na contínua busca por um monismo metodológico na ciência. A doutrina positivista corroborou para a ideia de que somente o conhecimento científico obtido através da observação e da experiência concreta se constitui como conhecimento verdadeiro. Isto significa dizer que somente aquilo que pudesse ser provado seria considerado científico. Seu esforço em reconhecer a ordem da natureza e utilizá-la em benefício do homem levou também os positivistas a admitirem que todas as ciências deveriam utilizar um único método – o positivo. Este depositou na neutralidade do cientista e no abandono da subjetividade grande responsabilidade no avanço da ciência (Ribeiro Júnior, 2003). Até hoje, cartesianismo, empirismo e positivismo exercem grande influência sobre as Ciências Naturais.

Sabemos que os aspectos abordados não são capazes de refletir toda a complexidade desse pensamento. Entretanto, temos apenas a intenção de oferecer um contexto para as reflexões sobre como o ensino de Ciências é perpassado pela assepsia da linguagem (matemática) e pelo rigor do pensamento metódico. A herança dessa noção de razão está fortemente marcada na cultura científica. Os métodos de investigação usados nas Ciências Naturais derivam, em grande parte, dessa perspectiva e das que se seguiram a ela.

O que se observa é um incansável esforço em atribuir aos princípios da ciência o estatuto de filosofia primeira. Sendo assim, se ocupariam dos fundamentos do conhecimento e da ação investigativa. Perelman (2004) denomina de *filosofias primeiras* aquelas que, no curso do pensamento ocidental, conferem primazia aos princípios fundantes e têm como principal característica o absolutismo, não admitindo em seus sistemas o diálogo ou a controvérsia. Em contrapartida a essas filosofias, Bachelard (1996) admite que no curso da ciência as verdades primeiras dão lugar aos primeiros erros. Este pressuposto bachelardiano corrobora para a ideia de que a filosofia da ciência também deve ser vista por uma ótica regressiva, atribuindo cada passo ou entrave aos atributos de seu tempo. Assim,

A filosofia regressiva é, portanto, uma espécie de fio condutor que possibilita examinar as referências adotadas por diferentes autores em diferentes épocas, tendo em vista não o grau de verdade ou falsidade que possuem perante nosso juízo, mas o lugar que ocupam no interior dos sistemas de pensamento (Oliveira, 2010, p. 13).

Todo esse matiz cultural, envolvendo questões sobre *quem, como, onde e por quê* o conhecimento científico foi produzido, adentra a sala de aula através do discurso do professor, trazendo aspectos da história e da cultura científica. O modo como o professor comunica tais ideias influencia não apenas o conteúdo conceitual, mas também os diferentes níveis de apropriação do conhecimento por parte dos alunos (Capecchi, 2004). O professor de Ciências tem o papel de transferir o saber produzido pela comunidade científica para a realidade escolar, reformulando-o sem que sua complexidade se perca. É através do diálogo entre o saber científico, o discurso do professor e seu próprio discurso que o aluno apreende os sentidos produzidos na construção científica.

Podemos sugerir, então, que o conhecimento é reconstruído durante a aprendizagem. Esta se revela como um movimento de desconstrução e reconstrução da realidade a ser apreendida em um processo de compreensão ativa, que supõe capacidades para elaboração de sentidos próprios. Nessa tarefa, o professor precisa levar em conta a relevância do que ensina para a formação dos alunos, além do modo como comunica esses saberes. Desse modo, arrisca-se a se tornar enrijecido por se amparar apenas em conhecimentos de ordem técnica, esquivando-se das relações cotidianas e históricas do conhecimento. Para que a fala do professor se torne aprendizagem, é necessário o encontro dialógico entre argumentos.

Como esfera da atividade humana, a ciência possui então discurso e linguagem próprios. O acesso ao universo da significação científica implica a apropriação dos meios de acesso a esse universo, ou seja, do conjunto de códigos e valores desenvolvidos e compartilhados pela comunidade científica ao longo de sua história (Pino, 2005). Percebemos a necessidade da dissociação entre *língua e linguagem*. Por língua entendemos o código da língua materna que expressa o que se deseja dizer. A linguagem representa todos os códigos, formalismos e ferramentas de determinada cultura ideológica (Bakhtin/Volochinov, 1992). É por meio da linguagem que se apreendem aspectos da realidade. É também a linguagem a ponte que une orador e auditório na argumentação.

Transportando essas questões para o cenário da educação em Ciências, é por meio do discurso do professor, em tudo o que ele se apóia, que esse universo se mostra para o

estudante. Nesse processo, a mediação do professor pode dispor de recursos que auxiliem a imersão do aluno no novo campo conceitual. A escolha desses recursos, no entanto, está ligada diretamente à concepção sustentada pelo professor a respeito da aprendizagem das Ciências.

Em linhas gerais, partilhamos com Bachelard (1996) a ideia de que no movimento de construção do conhecimento científico se distinguem três etapas não-limitadas e que interagem entre si, convergindo para a formação individual do espírito científico: o *estado concreto*, o *estado concreto-abstrato*, e *estado abstrato*. Isso significa que a apreensão do conhecimento científico não se faz por meio da justaposição de noções e experiências não questionadas. Portanto (Bachelard, 1996, p. 10),

Sobre qualquer questão, sobre qualquer fenômeno, é preciso passar primeiro da imagem para a forma geométrica e, depois, da forma geométrica para a forma abstrata, ou seja, seguir a via psicológica normal do pensamento científico. (...) Não é de admirar que essa geometrização tão difícil e tão lenta apareça por muito tempo como conquista definitiva e suficiente para constituir o sólido espírito científico, tal como se vê no século XIX. Será necessário, porém, provar que esta geometrização é um estágio intermediário.

No estado concreto, o espírito se entretém com as primeiras imagens do fenômeno e o sensível se exalta. O aluno obtém através da experiência cotidiana suas primeiras interpretações da realidade e se vê guiado por seus conhecimentos espontâneos. Percebe-se que na dinâmica do estado concreto apenas a experiência sensível aos sentidos é percebida pelo sujeito do conhecimento. É nesse estágio que os saberes de senso comum se apresentam ao aluno como verdades indissociáveis, já que foram permeados pela experiência. Esses conhecimentos alternativos, colocados antes e acima de qualquer crítica, cristalizam-se em obstáculos epistemológicos (contra-pensamentos) e corroboram para a obstrução da via que leva à abstração, a derradeira etapa de consolidação do pensamento científico.

Segue-se o movimento que deve conduzir ao estado concreto-abstrato, quando se percebe uma busca pelo concreto e visual. O aluno acrescenta à experiência física esquemas geométricos que o auxiliam na interiorização dos conteúdos. Aqui, o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior, destruindo conceitos mal estabelecidos. Nessa etapa, a intervenção do professor significa a transformação entre as percepções do sensível em

considerações do epistêmicas. Isto significa que as dissociações entre senso comum e conceitos científicos podem ser operadas nesse ponto do processo.

Por fim, no estado abstrato, informações voluntariamente desligadas da experiência imediata ajudam na apreensão. Esta permite a articulação de capacidades como generalização e abstração, indispensáveis ao raciocínio. Para Andriola & Cavalcante (1999, p. 26), “o raciocínio pode ser encarado como uma capacidade cognitiva exigida na resolução de problemas simples e complexos, tanto de ordem intelectual como de situações quotidianas”. Já o raciocínio abstrato é uma capacidade cognitiva indispensável à educação científica e está relacionado a tarefas de natureza não sensível. A partir daí, o aluno deverá ser capaz de resolver atividades práticas e teóricas sem a necessidade da experiência concreta que amparou o conhecimento em todo o processo.

A partir da compreensão do lugar da cultura científica no ensino de Ciências e o modo essencial como este se dá no aluno, resta-nos a discussão sobre quais aspectos o professor pode usar a seu favor na busca por introduzir o aluno no novo campo conceitual. Compartilhamos com Jimenez-Aleixandre & Erduran (2007) o pressuposto de que a argumentação tem um potencial epistêmico para essa tarefa. Segundo esses autores, dentre os objetivos de um ensino de Ciências pautado na dialogicidade e na argumentação podem ser destacados como principais: desenvolver nos estudantes o conhecimento e habilidades sobre a natureza da ciência; estimular a cidadania, particularmente no caso de questões sócio-científicas; e promover o mais alto grau de raciocínio, favorecendo a aprendizagem. Essa perspectiva corrobora ainda com o estabelecido pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, que apontam como um dos principais objetivos da educação no Ensino Fundamental o desenvolvimento da capacidade de argumentação e tomada de decisão por parte dos alunos (Brasil, 1997).

Bachelard (1996, p. 24) também argumenta sobre esse tema e sugere que toda cultura científica deve começar “por uma catarse intelectual e afetiva”. Para isso, os aspectos culturais devem ser postos constantemente em estado de mobilização, ou seja, o saber fechado e estático deve ser substituído por um conhecimento aberto e dinâmico. Na argumentação, os alunos utilizam de argumentos e evidências (provas) para refutar ou sustentar uma explicação científica, articulando conhecimentos, exercitando a capacidade de teorização e o raciocínio abstrato, e criando representações próprias (Jimenez-Aleixandre *et al*, 2009). Assim,

(...) tomadas em conjunto, a defesa de pontos de vista e a consideração de idéias alternativas criam, no discurso, um processo de negociação que possibilita o manejo de divergências entre concepções a respeito de fenômenos do mundo (físico ou social). Este processo de negociação de diferenças de perspectivas confere à argumentação um potencial epistêmico que a institui como recurso privilegiado de constituição do conhecimento e desenvolvimento do pensamento reflexivo (Leitão, 2007, p. 454).

Vários autores estabeleceram esquemas didáticos ou adaptaram os já existentes para o uso da argumentação no ensino (Mortimer & Scott, 2003; Leitão, 2007; Erduran, 2007; Jimenez-Aleixandre *et al*, 2009). O esquema de Toulmin (2007) é um dos mais amplamente usados para orientar pesquisas que utilizam evidências no ensino de Ciências. O autor considera que a capacidade de argumentar é formada por três componentes essenciais: *conclusão*, *evidências* e *justificativa*. A conclusão é o que se pretende comprovar ou refutar, ou seja, é o resultado final da argumentação. As evidências são experiências, dados e observações que levariam à conclusão. Nesse momento o aluno pode colocar em prática todos os conhecimentos que adquiriu sobre o conceito sob investigação. Já a justificativa relaciona as evidências às explicações. Articulando todos esses componentes, estariam conhecimentos básicos, argumentos e contra-argumentos.

Reconhecemos o potencial dessa e de outras sequências didáticas para o ensino de Ciências. Porém, buscamos contemplar a argumentação de uma forma não linear, mas sistêmica e complexa: não temos por objetivo determinar categorizações e limites entre argumentos: é o todo argumentativo o objeto de nossa apreciação. Quanto a isso, Perelman & Olbrechts-Tyteca (2005, p. 523) consideram que

Os elementos isolados com vistas ao estudo formam, na realidade, um todo; estão em interação constante, e isso em vários planos: interação entre diversos argumentos enunciados, interação entre estes e o conjunto da situação argumentativa, entre estes e sua conclusão e, enfim, interação entre os argumentos contidos no discurso e aqueles que têm este último por objeto. Os limites ao jogo de elementos em questão são de todos os lados imprecisos.

O discurso argumentativo se apoia na concepção regressiva e histórica do conhecimento. Para compreender cientificamente possíveis verdades ou fatos, é preciso confrontá-los com vários e diferentes pontos de vista. Pensar uma experiência é, assim, mostrar a coerência de um pluralismo inicial. Esse pluralismo não é encontrado no discurso demonstrativo, pois o lógico se vale de uma linguagem artificial, característica dos sistemas

que constrói, para tornar válidos em qualquer contexto os signos e combinações de signos desses sistemas. Com isto, afasta de sua construção aspectos passíveis de conjecturas (Perelman, 2004).

Mesmo acreditando que os sistemas e redes de saberes constituintes do conhecimento científico apresentam rigidez quanto aos seus métodos e resultados, o ensino de Ciências nada tem de exatidão. Em contraponto à demonstração de conteúdos, de caráter atemporal e independente do orador que a apresenta e do auditório que a recebe, a argumentação se apresenta como uma atividade de natureza discursiva e social que se realiza pela defesa de pontos de vista e a consideração de objeções e perspectivas alternativas. Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005) consideram que o discurso argumentativo não é um monólogo onde não existe qualquer preocupação com os outros: faz-se através da interação. Locutor e interlocutor se tornam parte constituinte do conhecimento um do outro. Reportando tais reflexões a cenários reais de educação, retomamos o importante papel que o professor desempenha enquanto orador da sala de aula. Perelman (1987, p. 235) salienta ainda que

A argumentação é essencialmente comunicação, diálogo, discussão. Enquanto a demonstração é independente de qualquer sujeito, até mesmo do orador, uma vez que um cálculo pode ser efetuado por uma máquina, a argumentação por sua vez necessita que se estabeleça um contato entre o orador que deseja convencer e o auditório disposto a escutar.

É importante ressaltar que não nos referimos a situações em que o aluno é chamado a expor sua opinião particular sobre determinado ponto a ser discutido. Os valores e suas hierarquias, por vincularem opiniões, não servem de norma e são demasiadamente discutíveis. Formam todo o gama dos saberes alternativos que devem ser trabalhados à luz do conhecimento científico (Garcia-Mila & Andersen, 2007). Poderia nos restar ainda a suspeita de que não se encontram na sala de aula momentos em que a argumentação é tomada como forma de expressão de ideias. Quanto a isso, admitimos que onde existe diálogo e negociação de premissas, há aí também argumentação. A contribuição que aquela oferece à educação requer um esforço por substituir, no momento em que o aluno é chamado à discussão, saberes espontâneos, provenientes da experiência comum, por conhecimentos que já foram legitimados pelo grupo. Os fatos não estão em discussão, mas podem constituir pontos de partida sólidos para a argumentação. Além de uma linguagem comum, esse acordo é também

indispensável para que haja um mínimo de entendimento e novos conhecimentos possam ser apropriados pelos alunos.

Em meio à racionalidade tida como lógico-formal, a racionalidade argumentativa tem muito a acrescentar à cultura científica e, principalmente, ao ensino de Ciências (Lemgruber, 1999). A prática da argumentação na sala de aula auxilia na dissolução da barreira que a linguagem muitas vezes impõe entre o que o professor ensina e o que os alunos são capazes de apreender.

2.2 DISCURSOS, ARGUMENTOS E RECURSOS

Os discursos da sala de aula refletem aspectos da cultura científica e do universo cotidiano dos alunos. Segundo estudos que tiveram como ponto de partida a dinâmica argumentativa nesse contexto, existem padrões diferenciados de acordo com a situação em que essas falas são construídas. Assim, é comum que se dissocie o discurso do professor do discurso dos alunos, enfatizando os devidos componentes argumentativos presentes em cada um deles (Capecchi *et al*, 2002). Além dos discursos orais e escritos, a deliberação consigo mesmo desempenha um papel complementar aos demais, oferecendo suporte para o desenvolvimento do pensamento e do raciocínio por parte dos estudantes.

Em sua *Nova Retórica*, Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005) chamam *orador* e *auditório* àqueles que, através da linguagem, estabelecem uma ponte comunicativa entre si. Distinguem também três espécies de auditório, classificando-os pelos tipos de acordos que os balizam. No auditório universal, aquele que se pretende como encarnação de todos os ouvintes possíveis, o orador se vê embasado por premissas comuns: seriam, nesse caso, aquelas que regem o *acordo do auditório universal*. Mesmo o auditório dito universal tem amplitude limitada, pois reflete o que os homens consideram ao longo da história como real e verdadeiro. “Assim, cada cultura, cada indivíduo tem sua própria concepção do auditório universal” (Perelman e Olbrechts-Tyteca, 2005, p. 37).

O auditório de elite se constitui pelo conjunto de pessoas que compartilham de premissas basilares semelhantes ou iguais, e o orador tem de argumentar com vistas a um público com teses já bem definidas. Vê-se que, muitas vezes, o auditório de elite pretende distinguir-se do homem comum e criar, então, a norma para todo mundo. “O auditório de elite

só encarna o auditório universal para aqueles que lhe reconhecem o papel de vanguarda e de modelo” (Perelman e Olbrechts-Tyteca, 2005, p. 38).

No auditório particular, o orador se esforça para atingir ouvintes adeptos de determinadas crenças ou posições também já estabelecidas. É o caso dos grupos de cientistas dirigindo-se a seus pares, que costumam ser assimilados ao auditório universal. Toda argumentação que visa somente a um auditório particular oferece um inconveniente de abraçar o extremismo do apaixonado.

O cientista dirige-se a certos homens particularmente competentes, que admitem os dados de um sistema bem definido, constituído pela ciência em que são especialistas. Contudo, esse auditório tão limitado é geralmente considerado pelo cientista não como um auditório particular, mas como sendo realmente como o auditório universal: ele supõe que todos os homens, com o mesmo treinamento, a mesma competência e a mesma informação, adotariam as mesmas conclusões (Perelman e Olbrechts-Tyteca, 2005, p.38).

Consideramos, no entanto, que os auditórios não são independentes. Devido à complexa vastidão de vivências a que nos remetem o auditório da sala de aula, não podemos encerrá-lo em uma única categoria. Talvez se assemelhe mais a uma delicada rede formada pela interseção de características das três espécies consideradas. Assim, mesmo em situações em que os estudantes já se apresentem como *iniciados* em determinado tema, ou até mesmo possam ser interpretados como modelo para um caso particular, a argumentação nesse contexto ainda se apóia em acordos do auditório universal. Desse modo, chamemos atenção para o caso do professor que se atém rigidamente a conhecimentos de ordem técnica, cogitando estar entre seus pares e esquivando-se das relações cotidianas do conhecimento. A certeza de se tratar de teses reconhecidamente aceitas por todos, além de incorrer no erro da chamada petição de princípio, ainda pode contribuir para a adoção de práticas docentes que privilegiam somente a memorização e demonstração de conceitos.

O enredo das interações discursivas da sala de aula tem como característica marcante, muitas vezes, concepções espontâneas, isto é, construídas pelos alunos a partir de sua experiência cotidiana. Acentua-se, assim, a importância dos conhecimentos prévios dos alunos para uma futura construção conceitual. O orador deve fazer um esforço para conhecer de forma reflexiva seu auditório, pois “como a argumentação visa obter a adesão daqueles a quem se dirige, ela é, por inteiro, relativa ao auditório que procura influenciar” (Perelman e

Olbrechts-Tyteca, 2005, p. 21). Nosso auditório se refere, então, a todos os ouvintes do discurso, oral ou escrito, que o influenciam e são influenciados por ele.

A argumentação efetiva tem de conceber o auditório presumido tão próximo quanto possível da realidade. Uma imagem inadequada do auditório, resultante da ignorância ou de um concurso imprevisto de circunstâncias, pode ter as mais desagradáveis conseqüências. Uma argumentação considerada persuasiva pode vir a ter um efeito repulsivo sobre um auditório para o qual as razões pró são, de fato, razões contra (Perelman e Olbrechts-Tyteca, 2005, p. 22).

Mortimer e Machado (1997) sugerem que o discurso, que neste contexto assumiremos como o do professor, pode desempenhar a função de transmissão de conhecimentos ou gerar novos. A função de transmissão pressupõe um arsenal teórico comum entre orador e auditório e também faz parte do diálogo da sala de aula. O padrão IRF é um exemplo de conduta discursiva do professor onde o foco é a transmissão.

O professor inicia o diálogo (I), os alunos respondem (R) e o primeiro dá o *feedback* (F). Quando o professor faz perguntas aos alunos exigindo fidelidade a significados já compartilhados pela classe, ou seja, perguntas com respostas bem definidas, este padrão é denominado avaliativo (Capecchi *et al*, 2002, p. 6).

Em alternância com o padrão discursivo avaliativo, onde a primeira fala do professor e seu *feedback* conferem enquadramento para o conhecimento abordado, encontra-se o padrão discursivo elicitativo – presente quando a função do enunciado é a de gerar novos significados. Nesse, a fala do professor assume o papel de estímulo para que os alunos apresentem suas ideias, sendo a participação ativa dos interlocutores valorizada. No padrão IRF elicitativo, “o professor inicia o diálogo, o aluno responde e, ao invés de avaliar a resposta do aluno, o professor procura estimulá-lo a acrescentar novas idéias à discussão, o que pode ser feito através de uma nova pergunta” (Capecchi *et al*, 2002, p. 7). A alternância entre esses padrões como componente da prática de ensino do professor possibilita a incorporação gradativa de novos aspectos às falas dos alunos. Além disso, enquanto o padrão elicitativo estimula a discussão com a incorporação de novos conhecimentos, o padrão avaliativo é essencial para que se mantenha o foco ao objeto de estudo. Desse modo, evidencia-se o papel do orador, que se ocupa em estimular o diálogo e a argumentação na sala de aula: além de permitir a elaboração progressiva dos conhecimentos espontâneos, que

ascendem de opiniões a possíveis fatos, oferece enquadramento durante as interações discursivas.

O discurso de autoridade também está presente no contexto da educação em Ciências. O argumento de autoridade é considerado por Perelman como um *argumento baseado na estrutura do real*, pois se vale da relação mais ou menos estreita que possui com a realidade para estabelecer uma solidariedade entre conceitos admitidos e outros que se procura promover. Essa classe de argumentos almeja uma relação de ligação entre a noção que está sendo apresentada e outras que o auditório já tem como admitidas. Nesse contexto, o argumento de autoridade emerge como uma técnica cujo alcance é condicionado pelo prestígio, pois se vale de atos ou juízos de uma pessoa (ou de um grupo de pessoas) ou da posição axiomática de um sistema de conhecimento como meio de prova a favor de uma tese. Nesse tipo de argumento, há apenas espaço para o reconhecimento incondicional. Ao longo da história do conhecimento,

O argumento de autoridade é o modo de raciocínio retórico que foi mais intensamente atacado por ter sido, nos meios hostis à livre pesquisa científica, o mais largamente utilizado, e isso de uma maneira abusiva, peremptória, ou seja, concedendo-lhe um valor coercivo, como se as autoridades invocadas houvessem sido infalíveis (Perelman e Olbrechts-Tyteca, 2005, p. 348).

Para Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005), o espaço do argumento de autoridade é considerável, mas não se deve perder de vista que sua interação com outros tipos de argumentos é essencial. Essa abordagem comunicativa é também encontrada nas interações discursivas em situações de ensino, muitas vezes dando primazia à visão construída pela comunidade científica sobre o tema abordado. Ainda Segundo Mortimer e Machado (1997), o discurso de autoridade se faz presente quando há prevalência da transmissão de significados. Os padrões argumentativos da sala de aula dependem em grande medida do padrão adotado pelo orador. Portanto, a conduta argumentativa dos alunos pode ser encarada como um espelho da conduta apresentada pelo professor, pois suas ações podem ou não criar a emergência da argumentação e da reflexão (De Chiaro & Leitão, 2005).

Ao longo da história da educação em Ciências, suas definições e conceitos parecem ter assumido o *status* de temas indiscutíveis. Como concluem de Chiaro & Leitão (2005, p. 2) “os tópicos do discurso de sala de aula são, em sua maioria, parte do corpo de conhecimento

socialmente legitimado e convencionalizado num dado domínio do conhecimento. Temas que remetem ao canônico não tendem a ser socialmente representados como polêmicos”. Isso se deu, provavelmente, pelo ideal de certeza atribuído a esses temas: seja através de suas provas apodícticas ou empíricas, tudo o que fosse divulgado a partir de suas evidências deveria ser tomado como verdade. Com base nessa ideia, pode-se defender que, não havendo divergência em torno de um tema, desaparece a possibilidade do convencimento e se torna sem sentido o argumentar. Isso corrobora para uma posição autoritária do ensino. A assimetria no que tange os papéis dos interlocutores envolvidos nas discussões de sala de aula parece ser a responsável direta por esse estado de coisas.

O professor, instituído como depositário e porta-voz de um conhecimento socialmente legitimado, não se coloca na posição de um interlocutor a ser convencido. No entanto, como admitem De Chiaro & Leitão (2005, p. 4), “a discutibilidade de um tema deveria ser vista não como uma propriedade atribuída ao mesmo, mas como uma característica do discurso, que emerge na própria situação em que é produzido. A discutibilidade dos temas curriculares é criada pela implementação de ações discursivas específicas”. Assim, o modo como o professor articula o conhecimento e o veicula através de seu discurso é passível de uma abordagem argumentativa e o processo social de apropriação do conteúdo curricular depende significativamente dessa mediação, na medida em que suas ações conferem estatuto epistêmico ao discurso dos alunos.

A relação entre o discurso argumentativo e o raciocínio foi explorada por Jimenez-Aleixandre & Bustamante (2003) que concluíram que a capacidade de argumentar está intimamente ligada, nos alunos, à capacidade de raciocinar. O raciocínio pode ser assim encarado como um intenso diálogo interior (discurso interior) que se caracteriza pela possibilidade de articulação dinâmica de questões abstratas. Para as autoras,

Mesmo que a lógica formal possa ser usada para representar ou analisar o conhecimento estabelecido, não é um meio adequado para interpretar o discurso nas situações em que se está gerando conhecimento novo. No discurso espontâneo, em situações, por exemplo, em que se está resolvendo um problema na classe de Ciências ou no laboratório, podem ser formulados enunciados que não são totalmente corretos ou inclusive que são falsos pela perspectiva da lógica formal, mas que ao mesmo tempo constituem passos frutíferos na construção do conhecimento (Jimenez-Aleixandre & Bustamante, 2003, p. 3).

Essa perspectiva vai ao encontro da ideia de que o engajamento na argumentação possibilita o desenvolvimento da reflexão e do raciocínio. Assim, mesmo que a fala de um aluno não corresponda simetricamente ao que foi produzido pela comunidade científica sobre o conteúdo abordado, ela é capaz de demonstrar traços do raciocínio abstrato e da capacidade de compreensão do aluno. Um discurso argumentativo seria, então, um sinal externo de um raciocínio argumentativo.

Além da argumentação com vistas a um auditório composto por diversos ouvintes, Perelman nos apresenta ainda duas outras possibilidades: a argumentação perante um único ouvinte e a deliberação consigo mesmo. O primeiro caso se assemelha ao diálogo direto, onde duas pessoas se alternam na função de orador e ouvinte e um acordo entre eles pode representar o fim da discussão. É o caso dos clássicos *diálogos socráticos*. Porém será no segundo caso que iremos nos deter. Nesse,

O espírito não se preocuparia em defender uma tese, em procurar unicamente argumentos que favoreçam um determinado ponto de vista, mas em reunir todos os que apresentam algum valor a seus olhos, sem dever calar nenhum e, após ter pesado os prós e os contras, decidir-se, em alma e consciência, pela solução que lhe parecer melhor (Perelman e Olbrechts-Tyteca, 2005, p. 45).

Portanto, a deliberação consigo mesmo pode ser encarada como o discurso interior (ou fala interior). Na argumentação, dois modos de regulação podem ser considerados: a regulação por outro e a auto-regulação, sendo a mediação condição essencial para a aquisição de conhecimentos. Em pesquisas que objetivam compreender o funcionamento da cognição humana podem-se diferenciar os processos envolvidos na conceituação de objetos e fenômenos do mundo dos processos em que o indivíduo busca refletir sobre sua própria forma de conhecer, pensar e agir. Assim “pensar sobre o mundo” (fazer afirmações sobre, conceituá-lo) e “pensar sobre as próprias concepções a respeito do mundo” nos remetem a diferentes estratégias cognitivas (Leitão, 2007). A capacidade de deliberar intimamente poderia, desse modo, ser contemplada de duas formas essenciais: assumindo o papel de alavancas que propiciam o deslocamento do pensamento do indivíduo para um plano reflexivo ou como uma espécie de planejamento dos padrões argumentativos expostos pelos alunos.

A expressão pensamento reflexivo, como é aqui empregada, designa um processo auto-regulador do pensamento, processo este que se constitui

quando um indivíduo toma suas próprias concepções sobre fenômenos do mundo (conhecimento) como objeto de pensamento e considera as bases em que estas se apóiam e os limites que as restringem. O pensamento reflexivo, assim definido, caracteriza-se, portanto, como um processo de natureza eminentemente metacognitiva (Leitão, 2007, p. 456).

Portanto, a produção dessas ações discursivas reorienta o pensamento do indivíduo do objeto sobre o qual argumenta para o exame das bases e limites de suas próprias concepções sobre aquele objeto. Tal reorientação institui o pensamento do próprio indivíduo como objeto de reflexão. Sempre que um aluno é instigado a elaborar seu contra-argumento acaba por tornar seu próprio pensamento alvo de reflexão. É o envolvimento com a argumentação que possibilita a reflexão. Para justificar um ponto de vista é indispensável que o aluno se volte sobre seu próprio conhecimento e o reelabore. A deliberação consigo mesmo atua, assim, como auto-argumentação e possibilita uma visão crítica dos limites de seu próprio pensamento. Para Perelman & Olbrechts-Tyteca (2005, p. 49)

É legítimo que quem adquiriu uma certa convicção se empenhe em consolidá-la perante si mesmo, sobretudo perante ataques que possam vir do exterior; é normal que ele considere todos os argumentos suscetíveis de reforçá-la. Essas novas razões podem intensificar a convicção, protegê-la contra certos ataques nos quais não se pensara desde o início, precisar-lhe o alcance.

Perelman ainda considera que é a análise da argumentação dirigida a outrem que nos fará entender melhor a deliberação consigo mesmo, e não o inverso.

Uma abordagem sobre os discursos presentes na sala de aula nos leva a pensar sobre a possibilidade de haver ferramentas argumentativas que possam constituir um auxílio na diminuição da distância que a linguagem impõe entre esses discursos. Esses recursos, como analogias, modelos, exemplos, ilustrações e comparações, agem como pontes entre o que não é familiar e o que é familiar, potencializando processos de ensino e aprendizagem.

Perelman & Olbrechts-Tyteca (2005) agrupam a argumentação pelo modelo, exemplo e ilustração, assim como as analogias, no grupo das *ligações que fundamentam a estrutura do real*. Tal classificação leva em conta a função desempenhada por essas técnicas em reestruturar certos elementos do pensamento em conformidade com esquemas aceitos em outros campos do real. Assim, os argumentos que fundamentam a estrutura do real ajudam a ancorar a apreensão de aspectos da realidade.

Diferentemente das analogias, que apresentam ressalvas quanto à generalização, o modelo, o exemplo e a ilustração desempenham o papel do fundamento pelo caso particular. Isto significa que esses recursos sugerem uma regra que pode ser generalizada a todos os casos de mesma natureza (Perelman & Olbrechts-Tyteca, 2005). Valem-se da indução para legitimar o conceito novo. É importante reiterar que esses elementos do discurso estão em constante interação, embasando a amplitude da argumentação. No ensino de Ciências, são muitas vezes aglutinados, justapostos ou postos em sequência durante o desenvolvimento do discurso com a finalidade de ratificar uma noção exposta (Lima & Lima-Neto, 1999).

Perelman sugere que referência a um modelo ou a um antimitelo possibilita a adoção de certas condutas e sugere sempre um padrão a ser seguido em determinadas circunstâncias. Entretanto, na ciência e em seu ensino, o modelo não se refere a uma forma de conduta, atingindo não apenas o estatuto de regra, mas da própria representação da realidade. É por isso que em alguns casos passa a ser chamado de modelo analógico, por fornecer uma representação semelhante dessa realidade. Para alguns autores (Caldin, 2002; Kretzenbacher, 2003), os modelos permitem certo grau de ligação entre teoria e prática, aplicando as teorias à observações empíricas.

De acordo com Miranda *et al* (2006, p. 143) “o modelo é uma construção imaginária, por conseguinte, arbitrária de um conjunto de objetos ou fenômenos, com vistas a estudar, de maneira sistemática, o comportamento, provocado ou não, desses objetos ou fenômenos”. Nesse contexto, podemos concluir que os modelos são construções da comunidade científica para simbolizar ou explicar situações e fenômenos complexos. Cumpre lembrar que modelos são utilizados em diversas disciplinas e que, muitas vezes, são criados até mesmo para explicar modelos científicos: uma hierarquia de modelos (Miranda *et al*, 2006). Formulados para os sistemas cujos componentes não são visíveis a olho nu, encontramos entre os exemplos clássicos de modelo científico o modelo atômico, presente em livros didáticos e ensinado na escola, supostamente universalizável a qualquer átomo. Os modelos, nesse caso, possibilitam também a visualização de estruturas e processos, tornado-se indispensáveis quando na ausência de atividades experimentais. A linguagem imagética é parte integrante do discurso da sala de aula e está em constante diálogo com a linguagem oralizada.

Ainda no plano dos argumentos que se prestam a generalizar um caso ou regra particular, o exemplo e a ilustração também se mostram frequentes na educação em Ciências. Devido à semelhança imputada aos dois quanto sua função na aprendizagem de conceitos,

muitas vezes são utilizados em conjunto. Enquanto o exemplo é incumbido de fundamentar determinada regra, a argumentação pela ilustração pretende reforçar a adesão a uma regra já conhecida e aceita, aumentando-lhe a presença na consciência. “Em ciências, os casos particulares são tratados quer como exemplos que devem levar à formulação de uma lei ou à determinação de uma estrutura, quer como amostras, ou seja, ilustração de uma lei ou de uma estrutura reconhecidas (Perelman & Olbrechts-Tyteca, 2005, p. 400)”. A descrição de um fenômeno é introduzida no discurso a título de exemplo devido ao lugar que ela ocupa em uma série de eventos. A passagem do exemplo à regra exige que esse usufrua do estatuto de fato.

O espaço que dedicamos à exploração da argumentação pelo modelo, exemplo e ilustração se deve à sua proximidade com as analogias e metáforas, além da relação que estabelecem entre si na prática de ensino dos professores de Ciências. Indispensáveis à articulação do discurso na sala de aula, ajudam a compor o instrumental didático do professor. Sua identificação com a linguagem analógica fica, então, restrita à categorização dos argumentos empreendida por Perelman em sua Teoria da Argumentação. Mesmo entre as ligações que visam fundar o real, as analogias e metáforas não são generalizáveis em qualquer circunstância. Em geral, se esforçam em estruturar certos elementos do pensamento em conformidade com os aceitos em outros campos do real.

2.3 O ARGUMENTO POR ANALOGIA E A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

As discussões empreendidas até agora são essenciais para a compreensão do modo complexo em que o argumento por analogia é tomado no âmbito de uma Teoria da Argumentação, pois o modo como o professor articula sua prática de ensino é um reflexo da noção de razão e as concepções de ciência e ensino de Ciências as quais ele se filia.

Formas dinâmicas de raciocínio, as analogias e metáforas estão presentes em todo pensamento criador: seja na poesia, na filosofia ou na ciência. A partir do momento em que o objeto do conhecimento se mostra inacessível à experiência, uma relação analógica pode sugerir seu esclarecimento. Sendo assim, têm reconhecido papel na história da ciência.

Em uma acepção heurística, as analogias ancoram o conhecimento científico em variados âmbitos. Muitas das organelas presentes no citoplasma da célula tiveram sua função

esclarecida a partir do momento que se relacionaram, analogicamente, com outros domínios. A própria membrana celular já foi concebida como uma parede composta por pequenos tijolos. Quando sua estrutura de mosaico fluido foi divulgada, a analogia inicial precisou ser revista. As relações filogenéticas são desenvolvidas a partir de uma correspondência com a estrutura arbórea: cada galho dessa árvore corresponderia a um novo grupo evolutivo. Encontramos na própria teoria do Big Bang o exemplo de analogia que se enraizou de tal forma nos sistemas de conhecimento a ponto da afinidade não ser mais percebida como tal, pois perdeu o contato com a ideia inicial que denotava^{III}. Nesse contexto, a relação toma para si o papel de *analogia fundamental* de um sistema de pensamento. Perelman (1987, p. 209) admite que

Quando a analogia não preenche senão um papel heurístico, quando ela não constitui senão um meio mais ou menos fecundo para orientar as investigações, sendo a sua fecundidade julgada pelos novos resultados cuja descoberta facilitará, não há lugar para se interrogar se a analogia é verdadeira ou falsa. Aquilo que importa é sua utilidade como hipótese de trabalho.

O termo analogia deriva do grego onde sugere a ideia de proporção. A partir daí, muitos autores aliam analogia à proporção matemática. Perelman (1987, p. 207), entretanto, sugere que “a relação de igualdade firmada numa proporção é simétrica (...) e que as grandezas relacionadas são homogêneas e fazem parte de um mesmo domínio”. De maneira geral, podemos argumentar que a fórmula básica de uma analogia é a/b como c/d . A essencial diferença reside, então, no fato de que, na proporção matemática, a fórmula sugere que $a/b = c/d$. Assim, por oposição à proporção, a relação analógica consiste na aproximação de dois domínios heterogêneos, cujo primeiro se desejaria esclarecer apoiado no segundo.

Quanto aos termos envolvidos na relação, existe certo desacordo no campo conceitual. Parece haver uma tendência em designar como *alvo* o termo que se deseja explicar e *análogo* o termo explicativo (Wilbers & Duit, 2001; Nagem *et al*, 2001; Ferraz & Terrazzam, 2003; Bozelli & Nardi, 2006; Fabião & Duarte, 2006; Leite & Duarte, 2006). Godoy (2002) prefere designar *alfa* o primeiro termo e *beta* o segundo. Adotaremos os termos utilizados por Perelman & Olbrechts-Tyteca (2005) em sua Teoria da Argumentação. Desse modo,

^{III} Quando a fusão metafórica deixa de ser percebida e passa a significar a aplicação de um vocábulo ao que este designa normalmente, diz-se que a metáfora tornou-se “adormecida” (Perelman & Olbrechts-Tyteca, 2005).

propomos chamar de *tema* o conjunto dos termos a/b sobre os quais deve repousar a conclusão e *foro* o conjunto dos termos c/d, que servem para ancorar o raciocínio. “Normalmente, o foro é mais bem conhecido que o tema cuja estrutura ele deve esclarecer” (Perelman & Olbrechts-Tyteca, 2005, p. 424). Entretanto, pode acontecer de os dois termos serem desconhecidos, dificultando a superação da analogia.

Alguns autores (Ferraz & Terrazzan, 2003; Bozelli & Nardi, 2006) ainda sugerem que o papel da analogia é o de estabelecer comparações entre o que não é familiar e o que é familiar. Nesse contexto, pode-se idealizar um falso sentido sinônimo entre analogia e comparação. Para Perelman & Olbrechts-Tyteca (2005), a comparação é um argumento *quase lógico*, enquanto a analogia é uma *ligação que fundamenta a estrutura do real*. Isso significa dizer que, além da ideia de medição estar subjacente nos raciocínios comparativos, estes ainda pretendem certa força de convicção na medida em que se apresentam como comparáveis a raciocínios formais ou matemáticos. A analogia, por conseguinte, estabelece uma similitude de relações entre domínios de diferentes naturezas, distanciando-se das pretensões mensuráveis e da coerção matemática.

Godoy (2002) estabelece que a analogia é uma habilidade que reconhece que uma coisa *é como* outra coisa. É sobre o elemento de conexão *é como* que recai a substancial diferença entre analogia e metáfora, embora encontremos em vários estudos esses termos qualificados como sinônimos. Para Ferraz & Terrazzan (2003, p. 214), “embora a metáfora se imponha mais pelo que sugere do que pelo que expressa, é mais sintética enquanto que a analogia é mais sistemática”. Isso ocorre porque, na primeira, a relação entre os dois domínios é feita de forma explícita. Já na metáfora, qualquer elemento de conexão é omitido, transformando o que era relativo em identidade. Portanto, concebemos a metáfora como uma analogia condensada.

A omissão do termo sugestivo da similitude confere à metáfora ambigüidade: a multiplicidade de seus aspectos pode fecundar o pensamento e o transportar para direções diferentes das desejadas. Desse modo, dizemos que a metáfora é menos precisa que a analogia, adaptando-se melhor à poesia que a comunicação de ideias (Perelman, 1987). É por esse motivo que Cachapuz (1989) admite que as analogias são geralmente mais exploradas que as metáforas nos manuais escolares de Ciências, provavelmente por seu aspecto sistemático. Ainda nesse contexto, Godoy (2002, p. 224) sugere que

Nas metáforas há uma transferência onde são transferidos todos os significados de alfa para beta. Em uma metáfora dizemos que “alfa é beta”, de maneira que alfa é utilizado para enriquecer o significado associado a beta. Na analogia dizemos que “alfa é como beta”, a correspondência entre alfa e beta é só parcial, restringe-se a um só aspecto.

Na ciência, as analogias e metáforas desempenham o papel de guias na investigação, no raciocínio intuitivo e indutivo. De acordo com Perelman (1987, p. 208),

Ninguém contesta o papel heurístico das analogias: quando se trata de explorar um domínio desconhecido, de sugerir a idéia daquilo que não é cognoscível, um modelo extraído de um domínio conhecido fornece um instrumento indispensável para guiar a investigação e a imaginação.

Apesar de Gaston Bachelard (1996) demonstrar grande preocupação com o fato de que o conhecimento científico teve ao longo de seu processo de construção momentos de estagnação e até mesmo retrocessos devido ao uso metafórico exagerado ou equivocado, pesquisas têm mostrado que esses conceitos estão de tal modo arraigados em nossa cultura que estruturam nossas atividades diárias e científicas de forma imperceptível e inconsciente (Andrade *et al*, 2002). A analogia na atividade científica não se limita a relacionar problemas, podendo se estabelecer sobre o domínio conceitual, comportamentos, fenômenos, métodos e teorias. Aliada a uma acepção heurística, outras funções ainda podem ser pontuadas nesse campo. Mesmo dentro de uma única área do conhecimento, pode-se recorrer a esse tipo de raciocínio para transpor aspectos de problemas análogos. Essa função se relaciona à de gênese de novas hipóteses de trabalho para investigação, sendo indispensável no contexto do descobrimento (Godoy, 2002; Perelman, 2004).

Quando um conceito de outra disciplina ou área é invocado, a relação analógica é costumeiramente utilizada para o clareamento desse conceito no novo campo em que foi introduzido. Além disso, as analogias ainda têm o importante papel de auxiliar na explicação de pontos obscuros em teorias ainda em ascendência. Perelman (1999) e Godoy (2002) concordam que uma explicação é aceita quando suas premissas estão embasadas em evidências aceitas por toda comunidade científica ou ao menos por parte dela. Esse tem sido um procedimento largamente utilizado em revistas de divulgação científica para facilitar a aceitação de novas ideias.

Em muitos casos as premissas usam ideias com as quais a comunidade científica não está familiarizada, e isso dificulta a aceitação. Contudo, se for possível gerar relações de analogia entre essas novas ideias e noções já estabelecidas empregadas em outros problemas, a aceitação da explicação será facilitada. A analogia cumpre aqui a função de assimilar o novo em termos de coisas conhecidas, e evita que as novas premissas explicativas ressoem estranhamente (Godoy, 2002, p. 424).

Confirmado sua parte na construção do conhecimento científico, a linguagem analógica também desempenha essencial papel na reconstrução desse conhecimento no ensino de Ciências. Na relação professor/aluno, é de se esperar que se implementem frequentemente as analogias como veículo de comunicação. Seu emprego na educação em Ciências promove um trânsito entre o conhecimento dos alunos e o conteúdo específico apresentado pelo professor.

Diversos estudos têm sido desenvolvidos no sentido de investigar o papel das analogias no ensino de Ciências (Cachapuz, 1989; Duit, 1991; Nagem *et al*, 2001; Andrade, 2001; Neves, 2003; Bozelli, 2005; Giraldi, 2005; Ferraz, 2006; Dotti, 2007; Rocha, 2007; Figueiredo, 2008; Ferry, 2008; Francisco Júnior, 2010) . Estes estudos partem do pressuposto de que como instrumento de ensino o raciocínio analógico auxilia na compreensão do conhecimento científico na medida em que aproxima os conteúdos e conceitos, muitas vezes abstratos e inacessíveis pelos alunos, a saberes já apreendidos por eles. Assim, a linguagem analógica se mostra como uma ferramenta argumentativa capaz de promover a ancoragem de novos conceitos aos conhecimentos prévios dos alunos (Perelman, 2004). Ao concebermos a linguagem analógica como um tipo de argumento que perpassa a Teoria da Argumentação conferimos a ela a complexidade necessária ao seu uso sistemático e destacamos seu papel na aprendizagem: a analogia deve ser eliminada no momento em que tenha exaurido seu papel. Este “será o de andaimes em uma casa em construção que são retirados quando o edifício está terminado” (Perelman, 1987, p. 208).

De modo geral, as pesquisas sobre o argumento por analogia no ensino de Ciências têm estudado desde o papel das linguagens metafórica e analógica no processo cognitivo humano até abordagens metodológicas baseadas na utilização de analogias para se ensinar ciências. Para tanto, centram-se nos diferentes sujeitos do processo de aprendizagem. A maioria desses estudos estabelece modelos ou esquemas a serem adotados pelo professor quando este se dispõe a recorrer à linguagem analógica. Fabião & Duarte (2006) tecem uma rica análise dessas pesquisas e concluem que os modelos de ensino com analogias podem ser

distinguidos de acordo com o enfoque que prestam ao professor e aos alunos. O quadro a seguir resume a análise empreendida pelos autores.

Quadro 1: Síntese dos modelos de ensino com analogias (Fabião & Duarte, 2006, p. 30)

	Autores	Descrição sucinta do modelo
Estratégia centrada no professor	Zeitoun (1984)	Modelo Geral para o Ensino de Analogias (General Model for Analogy teaching, GMAT): primeiro modelo proposto e um dos mais complexos, no que diz respeito a incorporar muitas particularidades contextuais dentro de seus nove passos. (1) Identificar as características dos alunos relacionadas à aprendizagem por analogias. (2) Avaliar o conhecimento anterior dos alunos sobre a fonte. (3) Analisar o material a ser utilizado. (4) Julgar se a analogia a ser usada é apropriada. (5) Determinar as características da analogia. (6) Selecionar a estratégia de ensino e o modo de apresentar a analogia. (7) Apresentar a analogia aos alunos. (8) Avaliar os resultados do uso da analogia. (9) Rever as fases deste modelo.
	Brown e Clemente (1989)	Modelo das Analogias de Aproximação (Bridging Strategy): o modelo consiste em estabelecer um raciocínio analógico entre situações que não são vistas pelos alunos como análogas, aproveitando-se das suas intuições para chegar ao conceito científico por meio de uma série de analogias intermediárias, cada uma delas elaborada com base na anterior.
	Spiro <i>et al</i> (1989)	Modelo das Analogias Múltiplas: integra, na abordagem do tema em estudo, analogias múltiplas interligadas, em que cada uma delas é elaborada a partir da anterior. A nova analogia é escolhida para corrigir os aspectos negativos das analogias anteriores. Quando a última analogia é apresentada, muitos dos aspectos essenciais do tópico já foram discutidos, levando a uma compreensão mais substancial de um domínio-alvo complexo do que a que teria sido possível se fosse usada apenas uma analogia.
	Glynn (1991)	Modelo de Ensino com Analogias (Teaching-with-analogies, TWA): consta de seis fases metodológicas: (1) introduzir o conceito-alvo. (2) Propor uma experiência ou ideia como análoga da anterior. (3) Identificar os aspectos semelhantes entre o conceito-alvo e o análogo. (4) Relacionar as semelhanças entre os dois domínios. (5) Esboçar as conclusões sobre o conceito-alvo. (6) Identificar os aspectos em que a analogia não se aplica.
	Harrison e Treagust (1993) Treagust <i>et al</i> (1996)	Versão modificada do Modelo de Ensino com Analogias: a sequência dos dois últimos passos é invertida porque, segundo os autores, só depois de se reconhecer os atributos que não são compartilhados é que se pode partir para as conclusões sobre o conceito. O modelo foi proposto com o intuito de produzir um modelo sistematizado para o ensino com analogias, que reduzisse a concepção de formações alternativas e

		intensificasse a compreensão de conceitos científicos por parte dos estudantes.
	Nagem <i>et al</i> (2001)	Metodologia de Ensino com Analogias (MECA): parte do pressuposto de que a linguagem, a motivação e a bagagem de experiências de cada indivíduo exercem importante papel na criação, transferência e aprendizagem de conhecimentos e deve contemplar os seguintes passos: (1) definição da área específica de conhecimento. (2) Delimitação do assunto a ser abordado dentro da área de conhecimento. (3) Escolha e adequação do veículo a fatores como idade, conhecimento e experiência prévia do aluno. (4) Descrição da analogia. (5) Explicação, de forma objetiva, das semelhanças e diferenças relevantes para a compreensão do alvo. (6) Reflexão para propiciar não apenas o entendimento do conteúdo, mas também uma atitude crítica e reflexiva. (7) Avaliação.
	Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001) Galagovsky (2005)	Modelo Didático Analógico (MDA) como derivação do Modelo de Aprendizagem Cognitivo Consciente Sustentável (MACCS): o modelo enfatiza a distinção entre conhecimento e informação, na necessidade que os estudantes construam o conhecimento nas suas mentes a partir da informação que se apresenta, e no papel ativo que o professor tem, não como apresentador da informação, mas como facilitador da construção do conhecimento sustentado por parte dos alunos. Consta de quatro momentos: (1) “anedótico”. (2) Conceitualização sobre a analogia. (3) Correlação conceitual. (4) Metacognição.
Estratégia centrada no professor e no aluno	Wong (1993)	Modelo das Analogias Produzidas pelos Alunos: neste modelo, os alunos são envolvidos ativamente na construção e/ou criação das analogias, na sua avaliação e alteração, em vez de serem receptores de analogias vindas do professor. Compreende um conjunto de quatro fases: (1) explicar o fenômeno. (2) Criar as suas próprias analogias que permitam uma melhor compreensão do fenômeno. (3) Aplicar a analogia ao fenômeno por meio da identificação das semelhanças e das diferenças. (4) Participar da discussão para debater a adequação das analogias propostas para a explicação do fenômeno.
	Cachapuz (1989)	Modelo de Ensino Assistido por Analogias: segundo este modelo, pode-se considerar duas estratégias: uma, centrada no professor (ECP) – as analogias funcionam como mediadoras de ensino, estabelecendo “pontes cognitivas” que facilitam a integração da nova informação na estrutura cognitiva do aluno; outra, centrada no aluno (ECA) – utilizada quando se presume que o domínio em estudo já está minimamente estruturado pelos alunos. Apresenta uma sequência de quatro fases de aplicação na sala de aula: (1) apresentação da situação problema/conceito pertencendo ao domínio em estudo. (2) Introdução do(s) conceito(s) que pertence(m) ao domínio familiar. (3) Exploração interativa da correspondência estabelecida. Estabelecimento dos limites da analogia.

O modelo TWA, proposto por Glynn (1991) e adaptado por vários outros autores durante o curso de suas pesquisas (Wilbers & Duit, 2001; Ferraz & Terrazzan, 2003), é o

encontrado com maior frequência entre os estudos que visam propor esquemas de utilização para os professores. Inicialmente, o modelo se baseava em análises de livros didáticos e observações de aulas de Ciências. A partir da análise dos dados, o TWA foi reconstruído a fim de contemplar os seis passos identificados no quadro acima. Outro modelo que vem ganhando espaço no cenário da educação em Ciências é o MECA, proposto por Nagem *et al* (2001). Apesar de recente, o MECA tem sido utilizado em várias pesquisas também com o objetivo de oferecer um norte ao professor no que tange o uso de analogias na sala de aula. Segundo Nagem *et al* (2001, p. 204), “este modelo educacional de apoio a professores e educadores tem em vista uma sistematização da metodologia empregada no uso de analogias como ferramenta de ensino”.

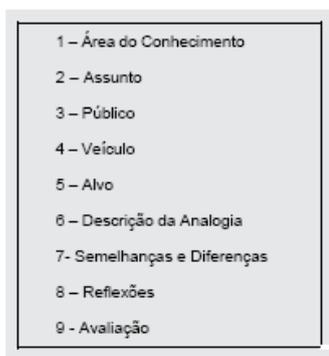


Figura 1: Formatação definida no MECA (Nagem *et al*, 2001)

A importância desses esquemas para a orientação do professor não é descartada. Reconhecemos a necessidade de uma sistematização da analogia durante seu uso como recurso didático. Entretanto, não nos apoiaremos exclusivamente em nenhum deles durante a pesquisa. O estudo da analogia como componente isolado dos demais elementos do discurso do professor nos parece um ideal limitado e falho. Contudo, concordamos a utilização da linguagem analógica como instrumento para ensino e aprendizagem de conceitos científicos deve priorizar o movimento que vai da apresentação do conceito, através da aproximação analógica, até sua desconstrução.

Com base no que foi posto até agora, distinguimos ainda, entre as investigações que tratam da linguagem analógica como instrumento de ensino e que se centram na atuação do professor, duas categorias. São elas as (1) pesquisas que objetivam compreender a eficácia da analogia como recurso didático (Fabião & Duarte, 2006; Assis, 2009; Marcelos, 2009;

Amaral, 2006; Andrade, 2001); e (2) os estudos que têm como meta compreender como os professores de Ciências utilizam esse recurso didático (Bozelli & Nardi, 2006; Ferraz, 2006; Leite & Duarte, 2006; Rocha, 2007; Silva, 2008). O primeiro grupo se vale dos modelos e esquemas pré-definidos para identificar se as analogias (ou determinada analogia) atuam positivamente como potencializadoras da aprendizagem. Já o segundo grupo, centra-se na prática pedagógica dos professores a fim de determinar padrões de utilização do recurso analógico. Inserindo-nos nesse segundo grupo, indaga-nos *compreender como analogias e metáforas são utilizadas pelo professor como instrumento para favorecer a aprendizagem dos conceitos científicos*.

O uso das linguagens analógica e metafórica se baseia na capacidade de abstração essencial ao conhecimento (Perelman, 2004). “Ao examinar a evolução do espírito científico, logo se percebe um movimento que vai do geométrico mais ou menos visual para a abstração completa” (Bachelard, 1996, p. 8). A abstração e a generalização são, então, procedimentos normais e fecundos do pensamento científico. Além disso, a formação de conceitos surge sempre no processo de solução de algum problema que se coloca para o pensamento, pois todo conhecimento científico é resposta a uma pergunta (Bachelard, 1996). Entendemos que a analogia fornece uma similitude de relações onde um conceito cotidiano desobstrui a trajetória para o conceito científico. Porém, essa relação possui limites que devem ser conhecidos e explorados pelo professor. Para alertar sobre o possível aspecto reducionista das analogias, Lemgruber (2007, p. 5) faz referência ao exemplo do professor de Ciências que diz para seus alunos

Que o átomo é como um sistema solar em miniatura. Essa analogia, essa comparação entre um campo que se quer conhecer (no caso, o átomo) com um que se conhece – ou se pretende conhecer – (no caso, o sistema solar) permite dar um chão a um conceito tão complexo, tão pouco palpável. O problema é que esse modelo atômico já tem mais de 100 anos. Hoje atrapalha mais do que ajuda. Ou seja, em algum momento essa analogia terá que ser desconstruída para não passar a se constituir em um obstáculo pedagógico.

A superação da analogia passa a constituir, assim, um ponto fundamental dos estudos que focaram esse instrumento de ensino e aprendizagem. Quando Perelman (1987) sugere a metáfora da construção ressalta o perigo que corre aquele que se contenta em tomar o andaime no lugar das vigas. Para que a aproximação analógica seja capaz de conduzir à

abstração e apreensão de conceitos científicos, é necessário que ela seja desconstruída ou desrealizada (Perelman, 2004; Nagem *et al*, 2001). Isto quer dizer que o caminho trilhado durante a apresentação da analogia deve ser desconstruído e refeito para que os alunos sejam capazes de compreender as relações estabelecidas entre foro e tema. Quanto a isso, a fusão metafórica oferece ainda mais ressalvas ao professor: a relação metafórica deve ser desconstruída até a analogia que lhe deu origem e, a partir daí, segue-se a desrealização da analogia. Para Perelman (1987, p. 214), “para compreender a metáfora é necessário esclarecer em que sentido a é b e em que sentido difere”.

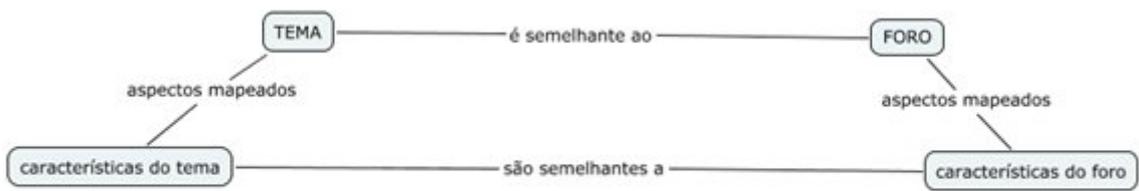
Bachelard (1996) também sugeriu uma discussão sobre o perigo representado por aceções analógicas que extrapolaram seu papel transitório. Ele afirma que nesses casos, “o pensamento científico é então levado para *construções* mais metafóricas que reais, para *espaços de configuração*, dos quais o espaço sensível não passa, no fundo, de um pobre exemplo” (Bachelard, 1996, p. 7). Nesses casos, no lugar da compreensão dos limites da relação proposta e da abstração do conceito, o estudante apreenderia apenas uma ideia híbrida, formada pela união de tema e foro. Dessa forma, esses *espaços de configuração* passam a constituir obstáculos epistemológicos ou pedagógicos para o avanço do conhecimento científico. Andrade *et al* (2002, p. 10) sugerem que

Bachelard admite uma utilização científica, embora efêmera, de certas imagens e metáforas se estas não atuarem apenas como fatores de distração à construção dos conceitos científicos. Se não fizerem correr o risco de tomar os andaimes pelo vigamento. Ele defende o conceito contra a imagem, passando pela imagem. Daí que é preciso, diz, ‘desrealizar’ metáforas, e imagens ingênuas.

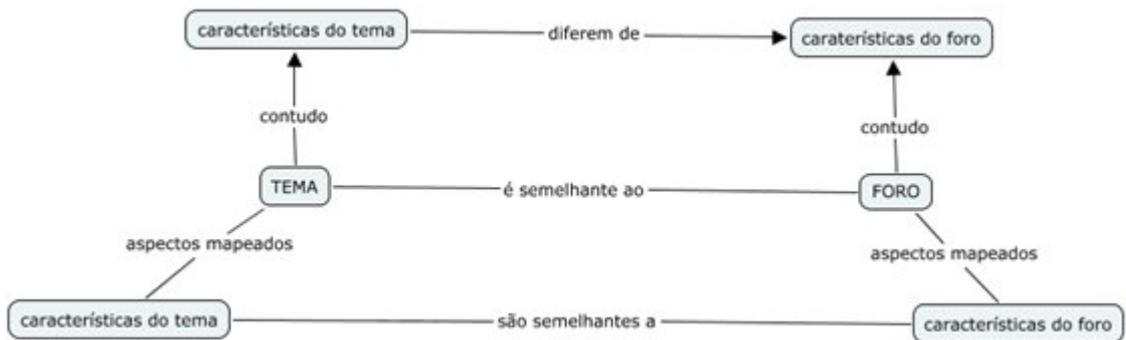
Para compreender o movimento que levaria o raciocínio analógico de sua elaboração até sua desconstrução, elaboramos uma sequência de mapas sobre a estrutura da analogia. Essa sequência vai se tornando complexa na medida em que os aspectos entre foro e tema são esclarecidos.



I. O conceito tema é apresentado como semelhante ao foro.



II. Aspectos semelhantes entre foro e tema são mapeados.



III. Aspectos distintos entre foro e tema são mapeados.

Figura 2: Mapa sequencial da estrutura da analogia

Considerando a situação hipotética em que um conceito A (foro) é conhecido, existindo sobre o mesmo uma experiência prévia, e outro conceito B (tema) é novo para o agente que conhece o conceito A. O conceito pouco conhecido B, apresenta propriedades B_1, B_2, \dots , que o definem parcialmente e que podem também não ser conhecidas. O conceito A também possui propriedades A_1, A_2, \dots . Quando se estabelece uma relação analógica entre A e B, as propriedades de B e A são consideradas semelhantes. Entretanto, existem propriedades de B e A que não são análogas, o que pode conduzir a um erro de raciocínio e transferências indesejáveis entre foro e tema. A base da relação analógica parece repousar sobre a similitude. Entretanto, seus limites se concentram nas discrepâncias entre tema e foro.

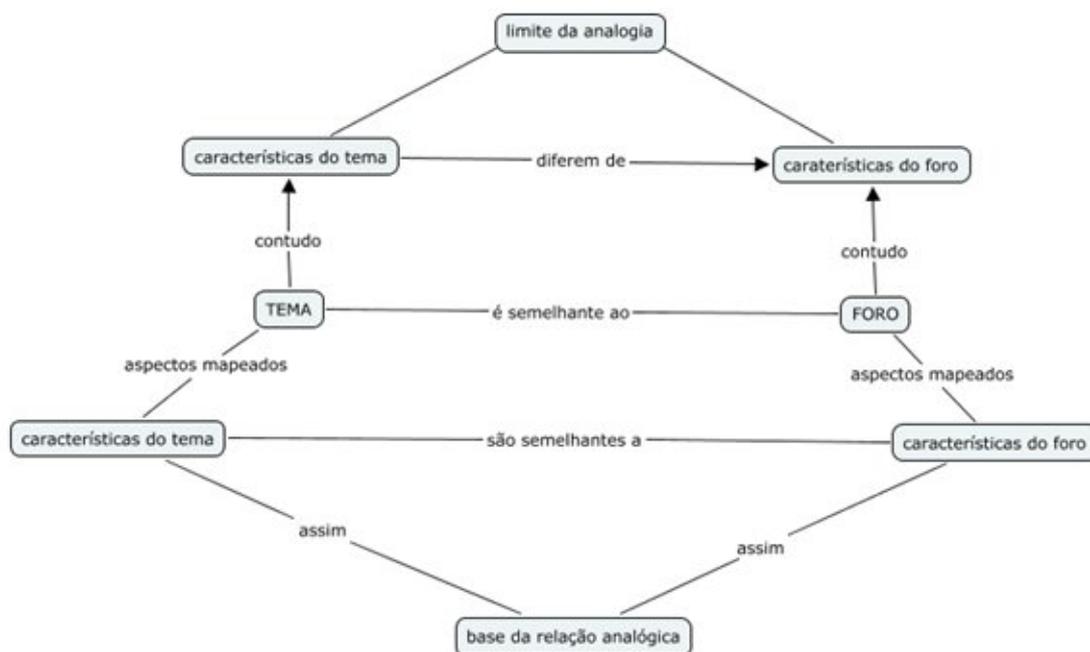


Figura 3: Mapa das bases e limites da analogia

Assim, concluímos que na relação analógica o tema deve ser apresentado como semelhante ao foro: *A é como B*. Não obstante, é necessário mapear as propriedades ou aspectos de A que são análogos a propriedades e aspectos de B: *A₁ é como B₁*, por exemplo. Depois, deve-se especificar quais propriedades de A não são análogas às propriedades de B: por exemplo, *A₂ é diferente de B₂*. Quando existem na relação analógica aspectos de tema e foro não mapeados, a analogia pode se caracterizar como um obstáculo pedagógico, tornando-se empecilho à abstração.

3 PROCESSO METODOLÓGICO

(...) “Conhecer é inserir algo no real; é, portanto, deformar o real”. Donde sua maneira típica de representar deformando, e aquela tensão que sempre estabelece entre si e as coisas representadas, mediante a qual quanto mais o mundo se deforma sob seus olhos, mais o *self* do autor se envolve nesse processo, e se deforma e se desfigura ele próprio.

Italo Calvino

Inspirados por nossas premissas teóricas, fizemos nossas reflexões acerca dos procedimentos que seguiríamos a fim de alcançar a questão e seus desdobramentos. Qual a melhor forma de aproximação e abordagem com os professores? Qual relação deveria ser estabelecida entre pesquisadora e pesquisados? Que instrumentos de coleta de dados possibilitariam a construção dos sentidos desejados? Como interpretar o que nos seria dito, respeitando a individualidade de cada sujeito? E que sujeitos?

Diante de nosso objeto de estudo, uma teia de possibilidades e escolhas se abriu. Com base na natureza complexa do fenômeno abordado e na dificuldade em se controlar os eventos comportamentais envolvidos, a pesquisa amparada em dados quantificáveis se mostrou um recurso insuficiente e a pesquisa qualitativa e seus instrumentos se tornaram um pilar. A construção metodológica que orienta o foco da investigação é perpassada pela ideia de que tal fundamentação deveria ser coerente com a cultura argumentativa apresentada na revisita teórica e os diálogos permitidos por ela. Foi a partir daí que a pesquisa qualitativa com enfoque histórico-cultural assumiu seu lugar enquanto alicerce metodológico de nosso estudo. Esse viés da pesquisa qualitativa se caracteriza pelo dialogismo, que sugere sempre duas consciências. Além disso, o princípio da alteridade complementa esse pensamento, a partir do momento em que sugere que é na relação com o outro que o indivíduo se constitui. Assim, pesquisador e pesquisado se modificam um ao outro. Dessa forma, como assume Italo Calvino, quanto mais o objeto de estudo se desvela perante o observador, mais o *self* do mesmo se deforma e se torna parte do processo.

Os elementos que comporiam os procedimentos de pesquisa foram se edificando conforme nossas indagações, necessidades e experiências. Nas duas seções que compõem esse capítulo dedicamos espaço à descrição de toda essa construção metodológica. Na primeira parte – *Os caminhos da pesquisa* – os instrumentos, procedimentos e ferramentas usados para coleta de dados são esclarecidos, observando a justificativa para a escolha de cada um deles. Para investigar a prática de ensino dos professores, um contato mais intenso foi inevitável. A seleção dos sujeitos levou em consideração características relacionadas à sua formação e vivências docentes.

As ferramentas para captura das informações transitaram entre a entrevista dialógica individual e a observação da sala de aula. Já na primeira dessas etapas, uma característica de determinado sujeito ganhou espaço e ofereceu novas expectativas para o estudo – o *Criacionismo* significou um interessante pano de fundo para nossos achados.

O modo como os fatos e experiências da pesquisa se tornaram dados para análise refletiu dificuldades encontradas e adequações consideradas apropriadas. Assim, as notas de campo foram o principal registro das observações e as entrevistas foram gravadas e transcritas. A narrativa se tornou, então, o modo de expressão desses dados para nosso exame e divulgação. Com base nesses artefatos, estabelecemos os pontos de congruência que seriam objeto das posteriores discussões: *a relação entre o professor e seu auditório, cedendo aí um espaço para a análise do discurso criacionista como ambiente para a argumentação, a presença da analogia como recurso de ensino, a interação entre essa e outras técnicas argumentativas e a afinidade entre o professor e as analogias que propõe.*

Para a segunda seção deste capítulo – *Contextualização dos professores* – buscamos oferecer um ponto de partida para a compreensão de como as vivências de cada sujeito influenciam sua prática de ensino. A fim de preservar seu anonimato, esses sujeitos foram chamados de Professor 1, Professor 2, Professora 3 e Professor 4. Nessa caracterização dos pesquisados, aspectos dos ambientes escolares também foram descritos.

Os procedimentos que envolvem a coleta e interpretação dos dados da pesquisa são uma construção realizada pelo pesquisador e que é tão importante para os resultados das análises quanto os próprios dados. Não existe um caminho exato a ser seguido como uma receita. Compartilhamos com Duarte (2002, p. 2) a ideia de que,

Se nossas conclusões somente são possíveis em razão dos instrumentos que utilizamos e da interpretação dos resultados a que o uso dos instrumentos

permite chegar, relatar procedimentos de pesquisa, mais do que cumprir uma formalidade, oferece a outros a possibilidade de refazer o caminho e, desse modo, avaliar com mais segurança as afirmações que fazemos.

Assim, o que se segue é o nosso relato de como procuramos satisfazer a questão de investigação a fim de fornecer subsídios para nosso debate e suas conclusões.

3.1 OS CAMINHOS DA PESQUISA

A busca pelos sujeitos contou com intempéries representadas principalmente pela recusa por parte de professores e escolas. O principal argumento desses profissionais e instituições foi o possível incômodo causado pela presença de uma estranha/pesquisadora no ambiente escolar. Antes que essa meta fosse alcançada, nos dedicamos a uma reflexão sobre aspectos referentes à escolha dos participantes. O número de sujeitos que deverão compor uma pesquisa qualitativa não é pré-determinado, pois depende da qualidade das informações obtidas por meio do contato com cada sujeito, além do grau de profundidade das informações (Duarte, 2002). Entretanto,

A definição de critérios segundo os quais serão selecionados os sujeitos que vão compor o universo de investigação é algo primordial, pois interfere diretamente na qualidade das informações a partir das quais será possível construir a análise e chegar à compreensão mais ampla do problema delineado (Duarte, 2002, p. 3).

Assim, sobre os critérios para seleção, destacamos três pontos de interseção entre eles considerados indispensáveis para nossa questão e seus desdobramentos. O primeiro deles, *formação inicial compatível com a docência em Ciências (Licenciatura em Biologia, Ciências Biológicas, Física ou Química)*, foi um requisito básico para qualquer participante. Como nosso foco não é a formação inicial, mas a prática de ensino do professor, a graduação compatível com o ensino de Ciências representou um ponto de partida para a busca.

A partir daí, nos concentramos no segundo critério representado pela *experiência docente*. Julgamos que as experiências e vivências possibilitadas pelo exercício profissional mínimo de cinco anos tornariam possível um diálogo mais maduro e coerente por parte dos

sujeitos. É através de sua história de vida cotidiana e escolar que o professor se torna o elemento central de nossa pesquisa.

O terceiro e último critério contemplou o *exercício da atividade docente em escolas da rede pública e particular de ensino*. Esse requisito se comunica com o segundo na medida em que a atuação em escolas públicas e privadas possibilitaria aos sujeitos as mais variadas e fecundas vivências.

Estabelecidos os critérios de seleção, seguimos com a busca pelos possíveis participantes. O contato inicial se deu de dois modos distintos: (1) através de visitas a escolas de Ensino Fundamental das redes pública e particular de Juiz de Fora e (2) por meio de um convite enviado ao grupo virtual de discussão da Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia (SBEEnBio)^{IV}. Apesar de a expectativa inicial apontar para a possibilidade de aproximação com um número vasto de sujeitos, a realidade mostrou, como mencionamos, que poucos professores de Ciências do Ensino Fundamental se mostraram dispostos a participar da pesquisa.

A partir desse contato, quatro professores manifestaram interesse em integrar o estudo. Por motivos considerados éticos, foram chamados Professor 1, Professor 2, Professora 3 e Professor 4. Destes, três se apresentaram durante a visita em suas escolas: um professor que atua nas redes municipal e particular de ensino, um professor da rede municipal de ensino e um docente atuante na rede particular de ensino. Apenas uma professora foi selecionada por meio do grupo virtual de discussões da SBEEnBio. Essa leciona Ciências em um colégio federal.

Com os sujeitos já definidos, ratificamos a necessidade de um instrumento para coleta de dados onde seus textos e contextos fossem compreendidos. A pesquisa qualitativa com enfoque histórico-cultural^V surge da necessidade em se compreender um fenômeno em interação e, para Freitas (2002), consegue superar os reducionismos, na medida em que enfatiza a compreensão dos eventos no seu acontecer histórico e o pesquisador passa a ser parte integrante do processo investigativo. Permite ainda que se vá à gênese da questão e

^{IV} sbenbio@yahoogrupos.com.br

^V A elaboração e desenvolvimento da pesquisa com enfoque histórico-cultural se embasam, principalmente, nas ideias de Bakhtin e Vygotsky, teóricos russos que se dedicaram, respectivamente, a uma teoria enunciativa da linguagem e uma teoria psicológica historicamente fundamentada. O intuito da pesquisa seria, assim, a compreensão dos sentidos que são construídos e compartilhados por indivíduos socialmente relacionados (Freitas, 2010).

compreenda as relações entre os elementos que a constituem, em um esforço de compreensão ativa. “A compreensão que é ativa acontece no encontro dialógico entre dois sujeitos que intercambiam enunciados, buscam respostas, resistem, argumentam” (Freitas, 2010).

A pesquisa, centrada no processo, se mostra como uma circulação de discursos e a relação pesquisador-pesquisado pode ser vista como um encontro de culturas. Nessa perspectiva,

Nas ciências exatas, o pesquisador encontra-se diante de um objeto mudo que precisa ser contemplado para ser conhecido. O pesquisador estuda esse objeto e fala *sobre ele* ou *dele*. Está numa posição em que fala *desse objeto* mas não *com ele*, adotando, portanto, uma postura *monológica*. Já nas ciências humanas, seu objeto de estudo é o homem, “ser expressivo e falante”. Diante dele, o pesquisador não pode se limitar ao ato contemplativo, pois concentra-se perante um sujeito que tem voz, e não pode apenas contemplá-lo, mas tem de falar com ele, estabelecer um diálogo com ele. Inverte-se desta maneira, toda a situação, que passa de uma *interação sujeito-objeto* para uma *relação entre sujeitos* (Freitas, 2002, p. 24).

A pesquisa com enfoque histórico-cultural reconhece que a neutralidade do pesquisador é impossível e que sua ação no contexto investigado gera efeitos que também podem se constituir como elementos de análise. Tendo em vista que a realidade a ser investigada não é objetivamente apreensível, concluímos que a situação de estudo não deveria ser criada artificialmente, mas iríamos ao seu encontro, transitando no espaço escolar e na sala de aula, para que se pudesse compreender o fenômeno vivo e em constante interação.

Ainda nessa perspectiva, compreender pressupõe opor à palavra do outro uma contrapalavra, pois ouvir e falar são movimentos de uma mesma atividade. Foi por meio das palavras que nos foram ofertadas e das contrapalavras que pronunciamos, e o oposto, que os sentidos buscados puderam ser construídos nessa pesquisa. Perseguimos a gênese dos eventos envolvidos em nossa questão de investigação, extrapolando a descrição do fato e nos esforçando por explicá-lo.

A interlocução com esses sujeitos se deu, primeiramente, através da entrevista dialógica individual. Esse instrumento difere das demais categorias de entrevista por ser desenvolvido especificamente na abordagem histórico-cultural sob o olhar do dialogismo bakhtiniano (Castro, 2010), onde as interações entre pesquisador e pesquisado permitem ressignificações mútuas e os processos de mudança podem incidir em ambas as direções. De acordo com Pereira (2010, p. 58), a entrevista dialógica “pressupõe duas consciências, dois

sujeitos: no diálogo entre pesquisado e pesquisador surgem palavras e contrapalavras, e nessa corrente de comunicação, são construídos sentidos pelos interlocutores”. A entrevista na pesquisa qualitativa de enfoque histórico-cultural

Não se reduz a uma troca de perguntas e respostas previamente preparadas, mas é concebida como uma produção de linguagem, portanto, dialógica. Os sentidos são criados na interlocução e dependem da situação experienciada, dos horizontes espaciais ocupados pelo pesquisador e pelo entrevistado. As enunciações acontecidas dependem da situação concreta em que se realizam, da relação que se estabelece entre os interlocutores, depende de com quem se fala. Na entrevista é o sujeito que se expressa, mas sua voz carrega o tom de outras vozes, refletindo a realidade de seu grupo, gênero, etnia, classe, momento histórico e social (Freitas, 2007, p. 29).

Sem encerrar nosso diálogo em perguntas prontas, cogitamos quatro classes de informações que deveriam ser trabalhadas. A primeira delas trouxe *aspectos da formação inicial e contínua dos professores*. Além ajudar na construção de sentidos sobre a formação dos sujeitos, teve por objetivo a criação de um contato inicial entre pesquisadora e pesquisado. Para Duarte (2002, p. 8),

Falar de gostos e interesses pessoais, da relação com os pais, do ambiente familiar, da própria infância e juventude, dos amigos, de experiências escolares, de um modo geral, deixa as pessoas mais livres para expressarem idéias, valores, crenças, significações, expectativas de futuro, visões de mundo e assim por diante.

A segunda classe, *aspectos da prática pedagógica dos professores*, também concorreu para esse objetivo, além de fornecer importantes indícios sobre a prática de ensino dos sujeitos. As duas últimas classes – *sentidos construídos acerca da linguagem e do uso de recursos argumentativos no ensino* e *sentidos construídos sobre o uso de analogias e metáforas na educação em Ciências* – capturaram diretrizes sobre como esses professores veem seu próprio discurso em relação ao discurso dos alunos, além de adentrar o ponto fundamental da pesquisa: a presença das analogias na prática de ensino desses professores.

As entrevistas, realizadas entre novembro e dezembro de 2010, foram analisadas como episódios de ensino. Respectivamente, constituíram-se *Episódio de Pesquisa Entrevista 1* (EPE1), *Episódio de Pesquisa Entrevista 2* (EPE2), *Episódio de Pesquisa Entrevista 3* (EPE3) e *Episódio de Pesquisa Entrevista 4* (EPE4). Mesmo se tratando de um microuniverso investigativo, visto que o número de professores de Ciências do Ensino Fundamental em Juiz

de Fora é reconhecidamente mais amplo, os dados, pistas e informações recolhidas sugerem ter sido suficiente o número de depoimentos. Para Duarte (2002), são a recorrência e divergência das informações obtidas que indicam a necessidade de novas entrevistas. Segundo a autora, “enquanto estiverem aparecendo *dados* originais ou pistas que possam indicar novas perspectivas à investigação em curso as entrevistas precisam continuar sendo feitas” (Duarte, 2002, p. 6).

A partir dessa primeira interlocução, novas questões se colocaram sobre a situação investigada. Buscamos, então, construir mais um momento de diálogo para a pesquisa. Nesse, as aulas de Ciências foram observadas. Para esse novo momento investigativo, reconhecemos na observação mediada um instrumento capaz de possibilitar a interação que idealizamos para reflexão e compreensão da realidade estudada. Mais uma vez, como evidenciou Italo Calvino na presente epígrafe, por mais passivo que seja o observador, sua presença altera o acontecimento. Por esse motivo, a observação se caracteriza por uma dimensão de alteridade: ao mesmo tempo em que participa do evento, o pesquisador preserva a possibilidade de uma visão exotópica sobre o mesmo (Amorim, 2001; Castro, 2010). O observador não é passivo, pois entra em empatia com o(s) sujeito(s) e se coloca no lugar do outro, vivencia sua cultura. Entretanto, retorna ao seu lugar e coloca suas contrapalavras para a cultura do outro. É o encontro dessas duas culturas que permite o excedente de visão. Sobre isso, Freitas (2007, p. 11) assinala que

Essa volta ao seu lugar é indispensável ao pesquisador, pois consiste no momento mais importante do processo compreensivo, o momento da objetivação, no qual me afasto da individualidade apreendida na empatia retornando a mim mesmo, para focalizá-la do lugar em que me situo. Sem este retorno não há compreensão mas apenas identificação. Essa volta ao seu lugar é que permite ao pesquisador ter condições de dar forma e acabamento ao que ouviu e completá-lo com o que é transcendente à sua consciência. Deste lugar fora do outro, portanto exotópico, é que o pesquisador pode ir construindo suas réplicas que, quanto mais numerosas forem, indicam uma compreensão mais real e profunda.

A observação contribuiu na compreensão da gênese de alguns eventos discutidos na entrevista e de outros que posteriormente surgiram. Entretanto, apenas um dos quatro sujeitos dos quais nos aproximamos nas entrevistas nos cedeu espaço em sua sala de aula. Motivos pessoais declarados pelos três inviabilizaram a presença com os demais. As observações se iniciaram em fevereiro/2011, juntamente com o começo do ano letivo, e se estenderam até

julho/2011 em quatro turmas do Ensino Fundamental – 6º ano, 7º ano, 8º ano e 9º ano – em uma escola da rede particular de ensino de Juiz de Fora. Isso posto, restou-nos considerar o grau de abrangência e generalização que este estudo nos permitiria, o que “depende do tipo de ponte que se possa construir entre o microuniverso investigado e universos sociais mais amplos” (Duarte, 2002, p. 14).

Supondo que esse caso ilustra a situação, pareceu-nos, em um primeiro momento, que nossa pesquisa teria adentrado o campo de estudos de um único caso, onde o interesse se deve à crença de que poderia facilitar a compreensão de algo mais amplo. Porém, para assim classificarmos nossa análise, teríamos que ignorar todo o conhecimento que nos foi possibilitado por meio das entrevistas. Pois foi através da síntese dialógica entre elas e os fatos vivenciados na observação que nosso exame se construiu. Compreendemos que, dessa forma, o estudo destes eventos não permite generalização, mas com seu conjunto particular lançou *insights* generosos sobre o assunto.

As observações da sala de aula foram antecedidas, porém, pela discussão na qual nos lançamos sobre uma característica em especial desse professor. Durante o EPE4, comunicou que tem uma orientação criacionista a respeito do surgimento e sucessão da vida na Terra. O Criacionismo é uma corrente de pensamento criada nos Estados Unidos que refuta a teoria evolucionista proposta por Charles Darwin. O pensamento evolucionista é considerado um dos principais fios condutores do ensino de Ciências. Por atribuir a criação da vida a uma instância divina, o Criacionismo é considerado pela comunidade científica como anticientificismo. No entanto há ainda, também no Brasil, escolas de cunho confessional que insistem em manter o Criacionismo em seus textos e, principalmente, no ensino de Ciências.

A princípio, tememos que o discurso evolução/criação prevalecesse sobre a investigação, ocultando sua real questão. Contudo, concluímos que tal característica não desqualificaria o professor enquanto sujeito de pesquisa, pois não feria nenhum dos três critérios para seleção. Além disso, a discussão poderia, como de fato o fez, acrescentar algo de distinto ao diálogo sobre o uso de analogias e metáforas no ensino de Ciências. No mais, influenciou-nos também o fato de existir, na cidade de Juiz de Fora, quatro grandes instituições particulares de ensino que adotam o Criacionismo como conteúdo escolar. Dada a extensão do município, essa tendência nos incitou.

Com isso, iniciaram-se as observações. Todos os espaços transitados pelo professor e suas atividades (aulas, reuniões, conselhos, atividades de laboratório, preparação de aulas,

quando possível, e aplicação e correção de provas) foram experimentados. Esses momentos também tiveram seu exame como episódios de ensino, intitulados *Episódio de Pesquisa Observação* (EPO). Ao final do EPO, uma nova entrevista foi realizada com o sujeito, que passou então a protagonizar os EPE4.1 e EPE4.2.

Nova tentativa foi empreendida a fim de trazer mais algum dos quatro professores entrevistados para o EPO. Em um primeiro momento, obtivemos um resultado positivo. As observações na sala de aula do Professor 1 se iniciaram em agosto/2011, mas representaram apenas cinco dias de experiência. Mais uma vez, problemas pessoais o afastaram de nossa pesquisa. A decisão de não considerar tais vivências um novo episódio de observação se deve ao fato de que tais aulas foram quase que exclusivamente dedicadas a outras atividades, diferentes das do ensino de Ciências, como palestras, exibição de vídeos de outras disciplinas e gincanas.

Retomando o que perseguimos nessa investigação, *compreender como analogias e metáforas são utilizadas pelo professor como instrumento para favorecer a aprendizagem dos conceitos científicos*, são os diferentes aspectos da prática de ensino dos sujeitos que se tornaram nosso objeto de análise. Esta teve como norte as cinco categorias já descritas, elaboradas à luz do pluralismo e da filosofia regressiva da Teoria da Argumentação. São elas *a relação entre o professor e seu auditório, cedendo aí um espaço para a análise do discurso criacionista como ambiente para a argumentação, a presença da analogia como recurso de ensino, a interação entre essa e outras técnicas argumentativas e a afinidade entre o professor e as analogias que propõe*.

Inicialmente, detivemo-nos na ideia de registrar os episódios de observação por meio da gravação áudio-visual. Entretanto, percebemos que essa possibilidade causou grande desconforto no sujeito, que passou a se comportar de forma artificial. A partir daí, abandonamos as gravações e, as interações da sala de aula foram registradas por meio das notas de campo. Durante a observação, além do próprio discurso do professor, artefatos como *documentos* também constituíram objetos de análise. Esses documentos se caracterizaram pelo livro didático adotado na disciplina de Ciências pela escola, provas e artefatos avaliativos e todo material didático extra (representado por qualquer material ofertado aos alunos pelo professor, como vídeos/filmes, textos, pesquisas).

Uma vez que se transformam em um movimento de ampla restauração e análise, as notas de campo foram organizadas na forma de narrativas. Nossos resultados são uma síntese

proveniente da interação de informações das entrevistas e das notas de campo. Estas não são simplesmente transcrição do discurso do outro, mas a dialética relação entre nossa narrativa e o discurso do outro. Os fatos foram narrados como únicos e em seu acontecer histórico, sob o foco de nossa compreensão. Esses relatos constituem espaços em que a voz do sujeito se interpõe à nossa.

Cronograma das atividades

Atividades	Semestres				
	2010/1	2010/2	2011/1	2011/2	2012/1
Disciplinas do mestrado	X	X	X	X	
Revisão bibliográfica	X	X	X	X	
Seleção dos sujeitos para entrevistas	X	X			
Entrevistas		X			
Seleção de sujeito(s) para observação		X	X		
Observação			X		
Exame de qualificação			X		
Entrevista			X		
Análise, transcrição e organização dos dados					

		X	X	X	X
Defesa da dissertação					X

3.2 CONTEXTUALIZAÇÃO DOS SUJEITOS

Como já descrito, todos os professores participantes possuem três características em comum: têm formação inicial específica para o ensino de Ciências no Ensino Fundamental, lecionam há pelo menos cinco anos e já fizeram parte do corpo docente de escolas públicas e particulares. Apesar de tais interseções, cada um deles nos narrou uma série de experiências que nos ajudaram na compreensão sobre aspectos de sua prática de ensino. Assim, prosseguiremos com o exame de algumas dessas características. As narrativas que se seguem não significam apenas a nossa seleção de informações que mereceram espaço nesse trabalho, mas principalmente refletem aquilo que os próprios sujeitos consideram constitutivo de si.

a) Professor 1

Nosso primeiro sujeito entrevistado, por isso chamado Professor 1, nasceu na cidade de Juiz de Fora e nela reside até então. Coursou o Ensino Fundamental em uma escola pública, sendo transferido para uma instituição particular no Ensino Médio. Por opção que não soube com exatidão justificar, graduou-se em Ciências Biológicas na Universidade Federal de Juiz de Fora nas modalidades de Licenciatura e Bacharelado. A docência lhe surgiu nesse período, quando, antes mesmo de se formar, passou a lecionar em escolas da rede estadual de ensino e em uma instituição particular. Esse contato se efetivou no ano de 1983. A formatura veio em meados do ano de 1985.

Após a aprovação em um concurso público, no início da década de 1990, integra o quadro de professores da rede municipal de ensino, atuando nesse contexto apenas na disciplina de Ciências. Leciona, também há alguns anos, Ciências e Biologia no Ensino Médio em um colégio particular. Nesse, realiza um trabalho diferenciado que tem como objetivo preparar os alunos para a prova do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Assim, articula-se com professores de outras disciplinas para promover a interdisciplinaridade dos conteúdos.

Como funcionário da Secretaria Municipal de Educação, realiza cursos de formação continuada com considerável frequência. Entretanto, nunca participou de nenhum evento que tivesse por objetivo a compreensão do papel da linguagem na educação em Ciências. O uso de analogias e metáforas como instrumento de ensino também nunca lhe foi alvo de estudo. Cursou uma especialização *lato sensu* em Metodologia do Ensino Superior, mas não possui ainda nenhuma experiência nesse contexto.

À medida que nosso *conversa* se adensa, o Professor 1 admite que tem mais afinidade com os conceitos que compõem o corpo de ensino da Biologia, por seu caráter mais complexo e atual. Por essa intrínseca característica, tem maior preocupação com a dificuldade que a linguagem da ciência possa causar nesse nível do ensino. Entretanto, sua relação é mais estreita com os alunos do Ensino Fundamental. Justifica-se atribuindo a preferência à faixa etária dos estudantes: os jovens e adolescentes do Ensino Médio são menos receptivos a sua intervenção. Sobre o material didático que o norteia, ambos os espaços de trabalho adotam livros específicos de coleções indicadas pelo Ministério da Educação.

Centrando-nos no ensino de Ciências, nosso sujeito atua nas quatro séries do Ensino Fundamental: 6º ano, 7º ano, 8º ano e 9º ano. Apesar da aparente simetria, reconhece discrepâncias entre as duas realidades em que leciona – pública e particular. No primeiro caso, salienta as dificuldades em se realizar experimentos práticos, uma vez que a escola não possui um laboratório e todas as atividades têm de ser realizadas na sala de aula. Entretanto, critica a rigidez com que os planos de ensino são tratados no colégio particular.

(Se na escola municipal) você quer realizar um projeto qualquer tem uma liberdade maior. Então eu acho que na escola pública tem mais chances de se trabalhar uma questão, ter a liberdade de parar para pensar sobre isso. Na escola particular você é mais restrito, tem que trabalhar aquilo que foi proposto, tem que estar preocupadíssimo com o andamento do conteúdo (EPE1).

Os argumentos desse primeiro sujeito se estendem aos demais entrevistados no que se refere às dificuldades enfrentadas pelos professores de Ciências em escolas públicas, sejam elas municipais ou estaduais.

b) Professor 2

O segundo entrevistado – Professor 2 – é natural da cidade mineira de Muriaé e reside em Juiz de Fora há pelo menos quatorze anos. Teve todo o ensino básico cursado em escolas públicas, do Ensino Fundamental ao Médio. Ainda em Muriaé, graduou-se em um curso de Licenciatura Curta que foi complementado, posteriormente, pelas modalidades de Física, Matemática, Química e Biologia. Dessa forma, nosso sujeito possui formação para lecionar, além de Ciências, qualquer uma dessas quatro disciplinas. Assim como para o Professor 1, o trabalho docente também lhe ocorreu antes mesmo da conclusão do curso superior, em 1992. Com a aprovação em um concurso da Prefeitura Municipal de Juiz de Fora, mudou-se para essa cidade em 1998.

Trabalhou inicialmente com Matemática em escolas da rede estadual de ensino. A partir dessa experiência, resolveu retornar à faculdade e completar sua Licenciatura Curta com Química, Física e Biologia. Após a conclusão, decidiu-se por fazer uma especialização *lato sensu* em Educação no Ensino de Física da Universidade Federal de Juiz de Fora, mas ministrado na Faculdade de Muriaé. Passados alguns anos, cursou também uma especialização *lato sensu* em Educação para a Ciência, que teve grande ênfase no ensino de Matemática. Há aproximadamente quatro anos atrás experimentou a oportunidade de voltar aos estudos.

Estava inquieto. Não tinha muito referencial teórico para as minhas idéias com aplicação na sala de aula. Surgiu então a oportunidade de fazer algo diferente, de trabalhar com a Literatura (EPE2).

Com isso, o Professor 2 ingressou no Mestrado em Literatura – com ênfase em Literatura Brasileira – no Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora. Preocupado com a forma como os alunos escrevem e se expressam, procurou na relação com a literatura um meio para compreender as dificuldades de leitura e escrita dos estudantes, além de cogitar instrumentos para diminuir tais dificuldades. Terminado o mestrado, ocupa-se em ajustar teoria e prática. Assim, nosso segundo sujeito foi o único entrevistado que se dedicou efetivamente a um curso de formação contínua que se aproxima do tema da linguagem no ensino de Ciências. Porém, o estudo das analogias e metáforas também não teve espaço.

Apesar de já ter atuado em escolas particulares e no Ensino Médio, atualmente o Professor 2 leciona Matemática e Ciências no Ensino Fundamental em escolas municipais.

Além da dificuldade já apontada pelo Professor 1 a respeito da ausência de laboratórios de Ciências, o que acaba por inviabilizar muitos projetos de ensino, o EPE2 também relatou como contratempo a falha distribuição dos livros didáticos. Para a educação em Ciências, o manual não pode ser usado como guia único para as aulas, visto que grande parte dos alunos das séries finais do Ensino Fundamental não dispõe desse artefato. Para minimizar os reflexos desse fato, nosso sujeito prepara documentos extras para trabalho na sala de aula, além de promover a exibição de filmes para debate.

c) Professora 3

A Professora 3 é membro da Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia e foi através desse contato que passou a fazer parte de nosso estudo. Natural de Juiz de Fora, leciona há aproximadamente oito anos e cursou todo o ensino básico em uma escola particular.

Desde pequena eu sempre me interessei muito pelas Ciências Naturais. Quando entrei no Ensino Médio fiquei encantada com Biologia. Comecei a ter aulas práticas na escola onde eu estudava e abriram um processo seletivo de monitoria para estar ajudando o professor nas aulas práticas. Lembro na época que me inscrevi. Participava junto com o professor e foi a partir daí que eu falei: “gente, quero fazer Biologia!”

Ao fim do Ensino Médio, graduou-se em Ciências Biológicas na Universidade Federal de Juiz de Fora, nas modalidades Licenciatura e Bacharelado. Durante o curso, dedicou-se exclusivamente a pesquisas e ao estágio na área de Ecologia. Terminada a graduação, ingressou no Mestrado em Ecologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. A partir daí, intensificou-se sua intenção em seguir pela via acadêmica, desprezando a docência no ensino básico.

Pouco tempo antes de concluir o Mestrado, foi aprovada em um concurso da Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais para lecionar em escolas estaduais de Ensino Fundamental e Médio de Juiz de Fora. Aceito o desafio, optou por se dedicar apenas ao Ensino de Biologia. À experiência na escola pública, juntaram-se algumas atuações também na rede particular de ensino na mesma cidade. Envolvida pela docência, experimentou a ideia de fazer Doutorado em Educação, mas até hoje não levou a cabo esse rompante. Entretanto, aproximou-se dos estudos sobre ensino de Ciências durante o tempo em

que integrou o corpo docente da Faculdade de Educação da UFJF como Professora Substituta, cargo que exerceu também no Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora. Porém, nenhum aprofundamento sobre o caso da analogia como técnica argumentativa foi destacado.

Com base nessas vivências, decidiu-se pela docência no Ensino Fundamental, assumindo funções na educação em Ciências de escolas estaduais. Há dois anos foi selecionada para o quadro efetivo de um colégio da rede federal, onde se ocupa das quatro séries dos anos finais do Ensino Fundamental. Sobre a possibilidade de também desempenhar a docência em Biologia,

Eu gosto muito de trabalhar com Ciências porque acho que possibilita uma abordagem mais ampla, não tem aquele engessamento de currículo voltado para vestibular, PISM, esses exames. Acho que torna o ensino uma coisa mais dinâmica e dá mais abertura para o professor investir em atividades pedagógicas diferenciadas, que demandem mais tempo. Então, eu não sinto muito aquela pressão do currículo e penso que isso favorece (EPE3).

Sobre as dificuldades relatadas pelos outros dois sujeitos, a professora do EPE3 não se identifica com elas. O colégio onde atualmente trabalha possui centros de estudos e laboratórios que são utilizados até mesmo por professores de toda a cidade. Quando ao livro didático, apesar de admitir que não se fixa estreitamente a ele, é um manual cujo acesso se estende a todos os alunos.

d) Professor 4

O Professor 4 protagonizou os EPE4.1 e EPE4.2, além de ser o sujeito que nos recebeu em sua sala de aula para o EPO. Esse participante também é juizforano, e estudou todo o Ensino Fundamental em uma escola estadual. No Ensino Médio, transferiu-se para uma instituição particular. No início da década de 1990 foi cursar Medicina Veterinária na Universidade de Alfenas. Regressando a Juiz de Fora, deu início ao trabalho na área de produção animal. Insatisfeito com sua condição profissional, passou a lecionar Ciências em escolas municipais e estaduais. Ingressou no curso de Ciências Biológicas do Centro de Ensino Superior de Juiz de Fora, graduando-se apenas na modalidade Licenciatura. Seguiu

com uma especialização *lato sensu* em Farmacologia Clínica na Universidade Federal de Lavras.

Desde a conclusão da Licenciatura, é professor de uma escola particular que atende alunos do Ensino Fundamental de diversas regiões da cidade e de diferentes classes sociais. No que diz respeito a cursos de aperfeiçoamento profissional, frequentou, por intermédio da escola, nenhum deles parece ter chamado atenção para os estudos sobre linguagem e ensino de Ciências ou o uso de analogias como instrumento para a aprendizagem. Sobre a instituição em que trabalha, essa apresenta um caráter diferenciado do habitual no que toca alguns aspectos da educação em Ciências. Mantida por uma Associação Adventista, o Criacionismo passa a ser um componente essencial da disciplina. É importante ressaltar que, apesar orientação religiosa da escola, seu corpo discente é composto por estudantes de variadas crenças.

Esse fato provoca reflexos no escolha do livro didático adotado pelo professor, que pertence a uma coleção publicada especificamente para as escolas com essa orientação. Além da inclusão do Criacionismo como uma das teorias para explicar a origem e sucessão da vida na Terra, o manual também apresenta uma inversão na ordem dos conteúdos do 7º ano. Ciente de nossa curiosidade sobre o assunto, o Professor 4 esclarece que

Há o ensino das duas correntes. Eu exponho o Evolucionismo e exponho o Criacionismo. Nós não somos protestantes contra o Evolucionismo. O nosso livro do 7º ano, por exemplo, começa pelos grupos mais evoluídos, seguindo para os menos evoluídos. A gente começa estudando os vertebrados e terminamos com as cianobactérias, mas não sou obrigado a seguir. Eu posso inverter a ordem, desde que eu explique! Percebo que quando o aluno vem de outro colégio e começou de outra forma, tem que ter um pouco de bom senso, aí você vai e volta. O interessante mesmo é estudar grupo por grupo (EPE4.1).

Creemos que não houve um surgimento espontâneo da vida na Terra, mas que um *designer* superior promoveu esse desenvolvimento. Mas nós não podemos negar a evolução, nem negar a seleção natural. Seríamos tolos e anticientíficos se o fizéssemos: sabemos disso por meio de uma resistência bacteriana a antibióticos, concorda? A evolução de uma espécie em situação específica e a seleção natural - tudo isso é muito claro. O que nós não acreditamos é que a vida tenha surgido por acaso a partir de moléculas químicas (EPE4.1).

A gente simplesmente apresenta também o Criacionismo. Até porque se a gente deixar de ensinar ou negar o Evolucionismo perdemos a credibilidade com os alunos e com os pais (EPE4.1).

O Criacionismo vem apresentando desdobramentos, e o *Intelligent Designer* é um deles. Esse conjunto de ideias foi desenvolvido também com base em uma metáfora: como a vida não poderia ter surgido ao acaso, o evento da criação é atribuído a uma mente superior, a um *designer* inteligente. Assim, seu principal fundamento é de que, na natureza, o acaso não existe e tudo é planejado e desenhado para que aconteça de determinada maneira.

A partir do momento que a evolução passa a ser vista como uma teoria, e não um fato, os partidários do desenho inteligente tentam conferir à ideia criacionista um *status* de ciência e caracterizar o Evolucionismo como um mero paradigma que pode ser superado (Armstrong, 2001; Lima, 2009). Com isso, abre-se espaço para que um *novo* fundamento possa ser criado – a teoria do *Designer* Inteligente (*Intelligent Designer*) – onde uma linguagem muito próxima à científica aponta falhas no Evolucionismo e admite que, com base na complexidade da vida, sua origem só poderia ser atribuída a um *designer* inteligente e superior. Sendo assim, abre-se espaço para a discussão sobre essa *nova* teoria científica e seu conseqüente estudo no ensino de Ciências.

Admitindo sua crença em um provável *designer* superior, o professor assume o risco perante seus pares, mas sustenta uma convicção própria. Os impactos dessa certeza em sua prática de ensino acabaram por constituir um pano de fundo surpreendente para nosso estudo.

4 OS ÂMBITOS DA ARGUMENTAÇÃO

A ignorância gera mais frequentemente confiança do que o conhecimento: são os que sabem pouco, e não aqueles que sabem muito, que afirmam de uma forma tão categórica que este ou aquele problema nunca será resolvido pela ciência.

Charles Darwin

Amparados nas discussões que nos guiaram até aqui, o que se apresenta são nossas contrapalavras: nossa volta ao lugar de origem. Nesse retorno, expandimos o olhar e nos dedicamos a pensar sobre o outro e com o outro. É através do excedente de visão que a imersão e seu conseqüente regresso nos possibilitou que refletimos a fim de produzir sentidos. Os últimos capítulos e suas seções são destinados à análise das possíveis respostas à questão que nos colocamos: *compreender como analogias e metáforas são utilizadas pelo professor como instrumento para favorecer a aprendizagem dos conceitos científicos*. Esse debate tem como principais personagens nossos sujeitos – Professor 1, Professor 2, Professora 3 e Professor 4 – e o conhecimento produzido a partir desse contato é fruto de intenso diálogo e interação.

Nesse capítulo deliberamos sobre aspectos que definem os âmbitos da argumentação nas salas de aula dos professores investigados. Articulando informações que se complementam entre entrevistas e observação, examinamos como se dá a relação entre orador e auditório nos contextos estudados, bem como a atmosfera que serve de ponto de partida para as interações discursivas da sala de aula. Propomo-nos a pensar sobre a ciência e o método científico com o olhar interessado de quem se preocupa sobre como tais fatores influenciam o ensino de Ciências. Os limites da ciência são costumeiramente assimilados aos limites da razão. Entretanto, tais fronteiras são imprecisas. Sendo assim, como definir o que pode ou não ser explicado pelos cientistas? E sobre o *fazer ciência*, teria essa atividade dogmas inabaláveis?

Para essa primeira seção – *O professor e seu auditório* – contemplamos aspectos que revelam importantes traços do vínculo professor/aluno. Nossa principal indagação incide, nesse momento, sobre a afamada distância entre os discursos da sala de aula. Dedicamo-nos a compreender as percepções dos professores sobre o tema. Assim, retomamos os debates que tiveram como foco o discurso do professor e a linguagem da ciência. Infiltrada entre preocupações com o ler e escrever dos estudantes, as dificuldades de ensino e aprendizagem de Ciências e os instrumentos que possam favorecer tais processos, está, mesmo que ainda timidamente, a discussão sobre o papel do professor na diminuição dessa dissonância.

A segunda seção desse capítulo – *A relação entre as analogias e a criação* – aproxima-se com o que afirma Charles Darwin na epígrafe deste capítulo na medida em que adentra as discussões sobre o que pode ou não ser descrito pela ciência. Há então um empenho de nossa parte em compreender a influência do Criacionismo no uso de analogias como instrumento de ensino. Para tanto, concentramo-nos na forma como o tema é tratado em relação aos demais tópicos da educação em Ciências. Além disso, nosso exame também pretende esclarecer os efeitos dessa filosofia na prática de ensino do Professor 4, destacando sua conduta diante do embate demonstração/argumentação. Desse modo, percebemos de que forma a inclusão dessa temática acaba por enfatizar uma concepção monista e equivocada da atividade científica, influenciando o ensinar e o aprender ciência.

4.1 O PROFESSOR E SEU AUDITÓRIO

Para que o processo de discussão a respeito do uso de analogias como recurso argumentativo possa ser coerente, é necessário que antes nos concentremos no contexto da argumentação na sala de aula. Nossa busca por compreensão passa então pela relação entre o professor e seu auditório. Interrogamo-nos, por meio desse vínculo, se estaria o professor de acordo com a existência da distância que muitas vezes é estabelecida entre seu discurso e o discurso dos estudantes. Caso o professor se mostre preocupado com tal distanciamento, como seria sua prática de ensino a fim de minimizá-la? Permeando esse debate, está nossa reflexão sobre a possibilidade ou não de diminuição dessa distância a partir de estratégias de ensino propostas pelo professor, onde se encontram as analogias.

O movimento de análise dos episódios de pesquisa investigados vai, de início, ao encontro da discussão que empreendemos sobre os papéis da argumentação e da demonstração na educação em Ciências, visto a influência que tais concepções exercem no ensino. Ao transitarmos entre os sentidos produzidos a partir desses episódios, reconhecemos situações em que a argumentação representa significativa parcela da veiculação dos conceitos científicos na sala de aula. Entretanto, percebemos também situações onde a via demonstrativa pretende estabelecer a ligação entre o aluno e esses conceitos. Esses momentos, muitas vezes espontâneos para o professor, concorrem para a ideia de que aspectos da cultura científica, como a assepsia lingüística e o uso da demonstração para a divulgação de ideias, permanecem enraizados na prática de ensino desses professores de Ciências.

Para um diálogo inicial sobre e com os âmbitos da argumentação na sala de aula, destacamos aspectos da rotina metodológica dos professores, procurando evidenciar indícios sobre como os conceitos científicos são abordados, bem como a forma como professor articula seu discurso mediante seu auditório. Sabemos que o contato entre os espíritos, condição essencial para a argumentação e aqui estabelecido entre professor e alunos, pode ser potencializado por meio da utilização de estratégias ou recursos didáticos. Decidimos, devido a características de cada recurso, agrupá-los em metodológicos ou argumentativos. Os primeiros dizem respeito à rotina didática empreendida pelo professor em suas aulas. Entre esses, destacamos as atividades que se somam às aulas expositivas, tais como filmes/documentários, aulas práticas de laboratório e visitas a outros espaços de educação diferentes da escola. Dentre os recursos argumentativos, aqueles que se expressam unicamente pelo discurso e podem estar presentes em qualquer uma das situações anteriores, reconhecemos as analogias, metáforas, exemplos, comparações e ilustrações.

Em um primeiro momento, parece importante que pensemos sobre como o professor percebe o papel desempenhado por seu discurso e a forma de expressão do mesmo no ensino dos conceitos científicos. Para isso, nos concentraremos nas ideias expressas pelos sujeitos pesquisados durante as entrevistas. Tendo como foco dialógico a aparente distância entre os discursos da sala de aula, os sentidos manifestados a seguir contribuem como um importante pilar para nosso estudo.

Eu fico num dilema muito grande também porque tem horas que quero usar um linguajar mais acessível para eles, mas também não vejo que surte muito efeito. (...) Eu tenho procurado colocar palavras nas minhas aulas, são

palavras complexas. Coloco, aguardo um pouquinho se eles perguntam, se eles entendem. As palavras científicas não são encontradas no dicionário. Então a gente usa o dicionário do livro. Geralmente o livro traz um glossário, então trabalhamos muito aquilo ali. (...) Então eu me preocupo bastante com esse sentido, porque não adianta nada ficar falando com eles sobre determinado assunto, mas quando aparece uma palavra-chave eles não têm o conhecimento necessário dela, não adianta eu ter passado aquela informação para eles (EPE2).

Eu tento sempre estar usando uma linguagem mais acessível. Mas é inevitável em alguns momentos tocar em determinados termos. Por exemplo, agora a gente está trabalhando a parte de ar, água e solo de uma forma mais interligada. A gente fez um projeto que era ‘construindo um terrário’ e aí eu vi, ao trabalhar os processos de fotossíntese, respiração e decomposição, uma oportunidade para trabalhar os seres vivos com a atmosfera, solo e água. E aí acabou que a gente entrou no ciclo do carbono, justamente para entender fotossíntese, respiração e decomposição. E aí surgiam átomos, alguns nomes de elementos químicos, eles viam até fórmulas de gás carbônico, de água. Eu percebi de início uma dificuldade, mas uma dificuldade que acho natural, porque é a primeira vez que eles estão tendo um contato. Mas, ao mesmo tempo, eu acho necessário, porque desde o início acho que esses conceitos mais complexos têm que começar agora, porque é um processo de construção (EPE3).

Então quando você traz essa facilidade de interagir com as pessoas, de conversar, de se comunicar, você automaticamente conquista a turma, você interage melhor com os alunos, você não tem muitas dificuldades. (...) Normalmente os nossos alunos vêm de famílias mais cultas, não tenho problemas, não vejo reclamações sobre termos, nunca teve nada disso. Nunca me chamou atenção isso não (EPE4.1).

Os textos, extratos das entrevistas, revelam que muitas vertentes perpassam essa questão. No EPE2 o professor demonstra sua preocupação em relação ao “linguajar” que utiliza em suas aulas. As “palavras complexas” as quais se refere são conceitos que fazem parte da complexa rede de signos da educação em Ciências. O dilema que sugere é legítimo e sua superação exige um movimento de reflexão sobre a seguinte questão: até que ponto o conhecimento científico deve ser *traduzido*, no sentido de simplificado, para os estudantes? Privar o ensino de Ciências da presença dos conceitos científicos não conduz a uma melhoria na aprendizagem, como o próprio professor assume. No processo de apreensão desses termos, os glossários podem ser um auxílio na etapa concreta. Entretanto, esse artifício para decodificação de signos e símbolos significa apenas uma etapa do processo e não garante que o aluno será capaz de se apropriar do conceito estudado, uma vez que pode não compreender seu papel quando inserido no âmbito de um sistema e seus variados componentes.

No EPE3 a professora também reconhece a dificuldade em aproximar os conceitos científicos ao discurso dos alunos e sugere a necessidade de, em certos casos, fazer uso de uma “linguagem mais acessível”. O exemplo trazido por ela serve para ilustrar nossa discussão. Quem se atém a uma simplificação do conhecimento científico como forma de torná-lo mais acessível pode, no lugar de possibilitar ao aluno uma pedra para a construção, transformá-lo em um obstáculo epistemológico. Tendo como ponto de partida um currículo que preza pela progressiva complexidade, muitas vezes alunos e professores se deparam com termos ou conceitos que só serão aprofundados em outro momento da etapa escolar. Ao ser introduzido um novo conceito científico é necessário que ele seja articulado a outros, espontâneos ou não, que já foram reconhecidos e legitimados pelos estudantes. Nesse episódio, a professora afirma que, apesar das dificuldades, a complexidade é um elemento essencial do conhecimento científico e, por isso, não deve ser excluído da sala de aula, complementando o que foi apontado no texto referente ao EPE2.

Apesar de não ser necessariamente sinônimo de melhorias, a percepção demonstrada pelos professores do EPE2 e EPE3 sugere ao menos que a discussão a respeito da distância entre discursos está presente, mesmo que sem maiores aprofundamentos, nos sentidos produzidos pelos professores a respeito de suas aulas. Esse parece ser um ponto inicial para que a superação desse obstáculo seja desejada, investigada e, talvez, alcançada.

Contudo, o EPE4.1 reforça que nossa preocupação com esse tema não é infundada: o professor atribui exclusivamente a uma característica sua a ausência de dificuldades em suas classes. Com essa afirmação, exclui da sala de aula seu segundo e não menos importante personagem – o aluno, pois para ele o bom andamento da turma nada tem a ver com o aluno, mas somente com a sua capacidade em comunicar ideias. Depois, argumenta que seus alunos têm um intelecto privilegiado e, assim, não apresentam as dificuldades de compreensão comentadas. Quando centra a atenção apenas no seu discurso, o professor negligencia a importância do discurso cotidiano dos estudantes. Outro fator imprescindível para esse diálogo e que também assume um papel periférico na aprendizagem, segundo a perspectiva apresentada pelo professor, é a própria complexidade do conhecimento científico que se expressa através da linguagem usada para comunicá-lo. Essa posição pode servir como um empecilho para uma percepção mais alargada dos problemas de aprendizagem.

Ao longo do EPE4.1 tivemos, porém, um segundo momento em que essa temática emergiu. Quando sondado sobre a possibilidade de utilização de algum tipo de recurso argumentativo como componente discursivo, o professor afirma positivamente.

(...) Sempre que é possível eu estou fazendo exemplos, analogias, para poder melhorar esse entendimento por parte deles. Se o professor não fizer nenhum paralelo, com certeza ele vai ter dificuldades. Isso aí é indiscutível (EPE4.1).

Assim, apesar de não reconhecer nesses recursos uma estratégia discursiva, o professor assume que apenas a demonstração dos conteúdos não é suficiente para que o entendimento se estabeleça. Enquanto não reconhece em sua prática de ensino recursos da linguagem ou argumentativos, esses perdem grande parte de seu potencial. A escassez de reflexão sobre os discursos da sala de aula ratifica o papel marginal muitas vezes atribuído ao mesmo como instrumento na educação em Ciências.

Essa primeira avaliação nos permitiu perceber que, apesar de nem sempre intencionalmente, nossos sujeitos se movimentam no sentido de procurar diluir as distâncias que influenciam de forma direta os processos de ensino e aprendizagem. A partir daí, seguimos procurando na prática de ensino desses professores indícios da dissolução ou não desse obstáculo. De uma forma mais concreta, preocupamo-nos em perceber se o dualismo que apresentamos entre demonstração e argumentação também se estabelece nessas situações. Não podemos perder de vista a ideia de que a demonstração, método preferencial de expressão do pensamento científico e característica marcante dessa cultura, lança seus reflexos na educação em Ciências diminuindo os espaços em que a argumentação se apresenta como prática docente que dedica lugar epistêmico aos conhecimentos prévios dos alunos.

Explorando os recursos metodológicos relatados pelos professores, podemos distinguir entre eles aqueles que, apesar de representar um diferencial à exposição oral de conteúdos na sala de aula, ainda se prendem ao discurso demonstrativo. Com isso, essas metodologias não extrapolam o papel da simples visualização de fenômenos ou formas e não conduzem à abstração e generalização de conceitos. Vejamos alguns exemplos.

(...) Nós estivemos na Universidade, naquela parte de Ciências que tem lá, no planetário. Ali você tem chances de estar vendo os trabalhos. Eu achei muito interessante por causa disso, a gente tem condição de mostrar experiências para os meninos, o que a gente fala aqui dentro de sala e não vê.

Então nisso a gente fica muito no teórico e lá tivemos a oportunidade de ver alguma coisa (EPE1).

Às vezes a gente usava para discussão e agora a gente usa para discutir o que aconteceu no filme, para os meninos tentarem aprender a fazer um resumo do que aconteceu no filme. Eu não gosto muito de resumo porque fica muito preso em ficar anotando, mas também é importante você ficar cobrando, porque se não fica um filme de diversão (EPE1).

(O documentário possibilita) Primeiro a visualização do animal, ou da planta, ou o que for. Por exemplo, trabalhar com coisas do mar para a gente aqui é uma dificuldade, então falar em ouriço! As fotos que aparecem são ruins, não dão a dimensão, e o filme dá para ter dimensão. Então acho que é muito interessante isso. A Ecologia, acho interessante trabalhá-la com vídeos, por mais que você fale, a imagem manda mais aí. E hoje em dia ninguém está gostando muito de ficar vendo coisa parada (EPE1).

Percebemos no EPE1 um esforço do professor em oferecer uma alternativa à rotina da sala de aula. Preocupado em conferir dinamismo, pois “hoje em dia ninguém está gostando muito de ficar vendo coisa parada”, o professor utiliza filmes/vídeos^{VI} e conduz os alunos a visitas em outros espaços de educação. Sua preocupação é bem fundamentada: com as novas tecnologias e mídias às quais os alunos têm acesso o espaço escolar pode se tornar monótono. Para que isso não ocorra é imprescindível que se reconheça a importância em se partir de experiências prévias dos alunos. Neste caso, esses pontos de partida não seriam apenas conhecimentos empíricos a respeito da ciência, mas também vivências das gerações que lidam com o computador e suas potências desde os primeiros anos de vida.

Nesses textos do EPE1, encontramos elementos que nos permitem perceber um movimento que vai de encontro à visualização de fenômenos e estruturas. Esse pensamento não é errôneo, pelo contrário, a visualização é indispensável para que a construção do conhecimento científico se efetive. Entretanto, tomando novamente de empréstimo o que argumentou Bachelard (1996) sobre a formação do espírito científico, o estado concreto, ocasião na qual o estudante percebe e visualiza o mundo, é somente o pontapé inicial para a cascata desses processos de construção.

Já no primeiro fragmento, encontramos esse elemento quando o professor enfatiza que a visita ao Centro de Ciências do Colégio de Aplicação da UFJF trouxe algo que permitiu que extrapolassem a simples exposição oral de conteúdos, de caráter essencialmente teórico, para

^{VI} Chamamos de filmes/vídeos os recursos representados tanto por filmes comerciais quanto os documentários educativos. Quando necessário, faremos a distinção entre estas duas categorias.

a visualização, conferindo caráter prático aos temas estudados. O que chama atenção nesse episódio de pesquisa é que a observação de experimentos ou eventos não estabelece obrigatoriamente relações práticas e cotidianas com o conhecimento. Para que isso seja verdadeiro, tanto na visualização quanto na exposição oral dos temas, é necessário que o professor explore as potências dessas metodologias. Quando o recurso ou método não estabelece um diálogo com o conhecimento que o aluno já possui e com o que ainda vai tecer, e tem como fim último apenas reforçar uma teoria, não se pode perceber nele nada além da demonstração. A passividade demonstrativa não pode conduzir diretamente à apreensão dos conceitos científicos, uma vez que é por meio do debate interior, da elaboração de argumentos e contra-argumentos, que o conhecimento se legitima para e no aluno.

No segundo fragmento do texto o professor relata sua relação com os filmes comerciais. Ele argumenta que, diante da possibilidade dos filmes se tornarem “diversão” para os alunos, decidiu por formalizar a atividade através de um resumo. A roteirização das atividades de ensino é um elemento essencial para quem deseja atingir um objetivo. Os resumos podem contribuir despertando um sentimento autoral nos estudantes e favorecendo a exposição de argumentos próprios. Contudo, esse movimento não substitui as discussões características desse recurso. Ambos se complementam para produzir os sentidos almejados. Sem reflexão e discussão, o trabalho corre o risco de também se encerrar na visualização e formalização do que foi visto.

Outro ponto interessante a se destacar é o fato de que a atividade de ensino não pode ser divertida. A necessidade de afastar o riso ignora os estudos que comprovam que o lúdico e a relação com o prazer desobstruem muitos dos empecilhos à aprendizagem.

Concluimos esse texto do EPE1 com um ideia de qual seria a função do documentário para a educação em Ciências. Novamente percebemos a ênfase na visualização de formas. É importante ressaltar que não nos colocamos contra a visualização no ensino. Essa atitude seria ingênua ou ignorante de nossa parte, pois reconhecemos o papel importante que a identificação visual desempenha na aprendizagem. Entretanto, é necessário que se vá mais além e extrapole a demonstração, transformando a visualização em um elemento para argumentação capaz de estabelecer elos com outros elementos dos processos de ensino e aprendizagem.

Partindo da discussão sobre esse papel atribuído pelo Professor 1, podemos estabelecer um contraponto a partir dos sentidos que transitam no EPE2. Neste, o professor argumenta:

Eu procuro trabalhar com filmes que sejam de interesse cotidiano deles. Eu pego filme de lançamento, que aborda alguma situação qualquer. Não com caráter científico, como se aquele filme em si fosse dar um conhecimento para eles, mas penso o que eu posso abordar com aquele filme. Então (...) são filmes interessantes, que chamam atenção deles e depois você pode ir trabalhando com situações em que pega pontos do filme. Eu vou trazendo os conteúdos específicos do filme, mas quero a curiosidade deles (...) para despertarem em sala de aula e conseguirem enxergar isso lá no filme, e não eu ter que falar com eles (EPE2).

Não a história em si, mas as relações que podem ser estabelecidas entre o filme e os conteúdos científicos, são o principal argumento utilizado pelo professor para a inclusão desse instrumento em suas aulas. Os filmes comerciais, aqueles promovidos pela indústria do cinema sem explícita pretensão educativa, são aqui percebidos como um elo entre o universo do estudante e o da sala de aula. A curiosidade, atenção e interesse dos alunos vêm como forma de resposta a essa aproximação. Entretanto, esse elo só se estreita e produz sentidos para a aprendizagem através do trabalho argumentativo sugerido pelo professor.

Comenius, em sua *Didática Magna*, confiou grande expectativa à invenção da imprensa e considerou que o ato educacional poderia ser comparado ao trabalho realizado nas tipografias. Assim, o estudante poderia ser concebido como uma folha em branco a ser impressa pelo saber dos livros (Lemgruber & Oliveira, 2011). Dessa forma, seria possível ensinar tudo a todos, já que o conhecimento estaria encerrado nos livros. Com os mesmos equívocos de pensamento, apertar o *play* de um aparelho de DVD e esperar que os alunos apreendam e estabeleçam a complexidade das relações entre os elementos do filme e a situação científica abordada pode ser uma experiência frustrante para ambos os envolvidos. É preciso que os alunos vivenciem essas relações. É através do discurso do professor, essencial elemento de estímulo, que o trânsito dos conceitos é possibilitado.

O respeito aos conhecimentos prévios e espontâneos dos alunos é condição essencial para essa dinâmica, pois toda argumentação sofre influência direta dos seus envolvidos. Os acordos característicos ou próprios de cada auditório determinam a viabilidade do discurso argumentativo em cada contexto. Reconhecer que o auditório da sala de aula possui também acordos preexistentes sobre o conhecimento científico passa a significar condição indispensável para o enredo argumentativo desse espaço.

As relações possíveis entre o conhecimento científico e o cotidiano dos estudantes também podem estabelecer elos entre o professor e os acordos próprios dos alunos. Seu

universo também está repleto de significações, sensações e conceitos sobre o conhecimento que não é de domínio exclusivo dos porta-vozes da ciência. Quando o aluno entra na sala de aula não é possível exigir ou supor que ele vá se despir desse conhecimento espontâneo para absorver passivamente o que o professor lhe apresenta. Essa ação de inclusão que o estudante experimenta ao argumentar sobre o que já viveu ou conhece sobre o conteúdo em pauta pode representar um significativo auxílio à aprendizagem. Essas aproximações cotidianas podem ser estabelecidas através de recursos metodológicos, como já dissemos, e o próprio discurso do professor. O professor do EPE1 ensaia esse vínculo.

Eu gosto muito de aproveitar as coisas que vêm. (...) Por exemplo, uma coisa que aconteceu, passou no Fantástico, gosto de estar trazendo para eles porque muitos alunos acompanham. (...) Trazer coisas de novelas, porque novela é uma coisa que a pessoa assiste muito. Então, de vez em quando eu gosto de estar fazendo essas relações com alguma coisa que passou recentemente, alguma coisa assim (EPE1).

Concluiremos por ora nossa discussão sobre argumentação e demonstração como meio de veiculação do discurso científico pelo professor através dos dois últimos episódios de pesquisa selecionados para esta seção.

Eu trabalho expondo o conteúdo verbalmente e na lousa para eles, seria o método tradicional, eu não vejo como sair dele em princípio. Então exponho esse conteúdo para eles em uma aula ou duas aulas, dependendo do conteúdo. Eu faço essa exposição verbal, essa exposição na lousa, eles sempre com o livro aberto paralelamente com o caderno. Aí depois que eu exponho o conteúdo verbal eu faço como se fosse um resumo geral no quadro da matéria. Então eu tenho meus esquemas feitos em cima do livro, com outros materiais acessórios, a gente pega na internet, sempre buscando o que tem de mais moderno dentro daquilo e expor para eles. A participação deles é acima de minhas expectativas (EPE4.1).

Eu não gosto de uma rotina, tal dia faz aula expositiva, tal dia faz aula prática. Então, assim, eu gosto sempre de estar diversificando. Mas eu não tenho como característica essa coisa de ainda muito tradicional de só falar exclusivamente. Minhas aulas são mais abertas, envolvendo a participação dos alunos. (...) Eles participam muito e aí eu tenho até dificuldade de direcionar essa participação. Por exemplo, qualquer coisa que eu fale eles já trazem aquelas coisas que viram, não necessariamente estando relacionado com o tema, tende a fugir do assunto (EPE3).

Primeiramente, percebemos um equívoco na ideia que os professores possuem sobre aula tradicional^{VII}. A exposição verbal dos conteúdos não significa necessariamente uma aula tradicional, rígida e, por isso, condenável. Ao contrário, muitas experiências mostram sucesso mesmo em locais onde os professores e alunos convivem com a escassez de recursos metodológicos e didáticos. O que vai determinar essa natureza enrijecida do discurso da sala de aula é o modo como ele se articula. Alienando-se à demonstração dos conteúdos, a aula pode se tornar tradicional de forma censurável. Porém, o discurso simplesmente verbal pode ser também argumentativo. Neste caso, pode-se lançar mão de várias técnicas argumentativas para facilitar a fluidez dos argumentos.

Outro ponto interessante para se salientar é a operação que o professor do EPE4.1 reconhece em suas aulas: lousa + caderno/livro + resumo na lousa + esquemas com materiais acessórios. Parece ao menos questionável seu argumento de que ao final dessa operação exista uma participação dos estudantes. Além disso, o fato de que, mesmo buscando o mais moderno dentre os recursos didáticos, seu objetivo final seja sempre trazer pronto, concluído, e expor para os alunos sugere que a demonstração é a via de acesso ao conhecimento que impera nesses contextos. Mais uma vez, é questionável o quão frutíferas possam ser essas participações dos estudantes.

O último texto do EPE3 também enfatiza a participação dos alunos nas aulas de Ciências. Entretanto, a professora não se fixar em um roteiro dado a priori e que preza pela diversificação de situações e instrumentos para a aprendizagem. Cumpre lembrar que se a exposição verbal e oral dos conteúdos escolares não caracteriza necessariamente aula tradicional e bancária, pois isso vai depender em certa medida de como o professor faz uso dessa exposição, a falta de roteiro também não é garantia de um contexto argumentativo. A emergência da argumentação decorre também do papel desempenhado pelo professor.

O discurso dos alunos, segundo relato do EPE3, é carregado de coisas que viram, sentiram e vivenciaram. Muitas vezes essas impressões e vivências parecem deslocar o foco da sala de aula dos conceitos científicos para outros aspectos considerados pela professora como descontextualizados. Isso pode dar a impressão de que a fala dos alunos não tem nada a contribuir para a veiculação e aprendizagem dos conceitos científicos. Porém, sabemos que, a partir da construção de argumentos e contra-argumentos, tal conhecimento encontra uma via para a abstração. Encorajar certos tipos de argumentos e direcionar outros também é uma

^{VII} No sentido de educação bancária, como sugeriu Paulo Freire.

forma de estímulo. Como já dissemos na descrição dos padrões discursivos na segunda seção da *Revisita teórica*, enquadramento e limites também fazem parte das interações discursivas da sala de aula. Quem delimita o “assunto” da sala de aula é o professor, mas para isso pode e deve partir daquilo que os alunos sabem sobre ele.

4.2 A RELAÇÃO ENTRE AS ANALOGIAS E A CRIAÇÃO

A discussão a que nos propomos nessa seção é perpassada pelo intenso debate que cerca o tema do Criacionismo no ensino de Ciências. Estamos interados do conflito existente entre aqueles que se expressam contra a presença da filosofia criacionista na educação básica e os que se posicionam a favor dessa inclusão. Particularmente, concordamos com o primeiro grupo e julgamos como inadequada a permanência do tema juntamente com o ensino dos conceitos científicos. Contudo, o texto que se segue não tem a intenção de contribuir, ao menos diretamente, para essa discussão. Como esperado, o que objetivamos é perceber se o discurso criacionista influencia, e como influencia, o uso de analogias como recurso para a aprendizagem. Além disso, buscamos também compreender os efeitos dessa filosofia na prática de ensino do Professor 4, isto é, de que forma ele se comporta diante do embate demonstração/argumentação. Acreditamos que o modo como o tema é abordado também reflete a concepção de ciência e de ensino de Ciências sustentada pelo nosso sujeito.

A possibilidade de coexistência entre os argumentos científicos baseados na teoria do Evolucionismo e aqueles criacionistas, já nos parece uma realidade distante. Essa relação se assemelharia mais ao encontro de dois discursos de autoridade. Um se constituiria por tudo o que a ciência representa e defende, do alto do seu prestígio enquanto instituição de conhecimento e saber. Outro estaria representado pela instituição religiosa que parece enxergar como seu dever o ensino de valores considerados para além da ciência moderna. Entretanto, o EPO nos mostrou uma realidade um pouco diferente: na voz de nosso sujeito, o discurso criacionista tenta vestir a ciência e se apresentar como mais uma das teorias para o surgimento e regência da vida. Para isso, refuta alguns dos principais argumentos evolucionistas, incluindo suas próprias premissas nesse contexto.

Assim, seguiremos norteados pela seguinte indagação: qual seria a influência da inclusão do discurso criacionista na educação em Ciências no que diz respeito ao uso de

analogias como instrumento para a construção do conhecimento? E qual seria a relação entre Criacionismo, argumentação e demonstração no contexto da sala de aula?

A permanência do debate criacionista no panorama vivenciado segue amparada por um artifício bastante eficiente, representado pela presença. De acordo com Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005, p.132),

A presença atua de um modo direto sobre a nossa sensibilidade. É um dado psicológico que (...) exerce uma ação já no nível da percepção: por ocasião do confronto de dois elementos, por exemplo, um padrão fixo e grandezas variáveis com as quais ele é comparado, aquilo em que o olhar está centrado, o que é visto de um modo melhor ou com maior frequência é, apenas por isso, supervalorizado.

A presença é um fator essencial na argumentação de quem deseja ter algo como admitido. Mas não basta a simples existência de um preceito para que se tenha o sentimento de sua presença. Ainda em Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005, p.133),

Uma das preocupações do orador será tornar presente, apenas pela magia do seu verbo, o que está efetivamente ausente e que ele considera importante para sua argumentação, ou valorizar, tornando-os mais presentes, certos elementos efetivamente oferecidos à consciência.

Porém, nosso sujeito conta com um artefato que guia e auxilia seu discurso nessa tarefa. O livro didático adotado pela escola apresenta, como forma de conferir presença ao Criacionismo, uma série de citações e frases organizadas em forma balões de informação adicional que permeiam todo o texto. Sendo essas frases obras de reconhecidos pensadores, a argumentação pelo prestígio age também de forma a incentivar a adesão dos estudantes.

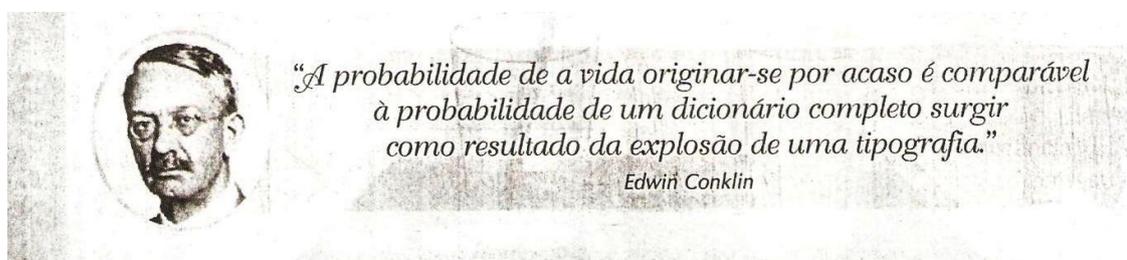


Figura 4: Texto disponível no livro didático do 6º ano^{VIII}

^{VIII} Edwin Conklin (1863-1962) foi um renomado biólogo e zoólogo americano.

“Cada astro existente, cada grão de areia, cada flor, cada corpo, cada objeto, pequeno ou grande, existente no universo, tem características únicas e apontam para um Planejador, um Ser Inteligente, um Criador que ama o belo e a diversidade.”

Adaptado de De Olho nas Origens. Ano 1 – nº 2, 1ª semestre 2003

Figura 5: Texto disponível no livro didático do 7º ano

O evento da criação está fora do campo da ciência e somente pode ser entendido através do sobrenatural.

Allan Sandage

Figura 6: Texto disponível no livro didático do 8º ano^{IX}

*Desde a maior galáxia
ao minúsculo átomo, em
tudo se pode perceber a assinatura
do Grande Artista, as digitais
do Criador.*

Michelson Borges

Figura 7: Texto disponível no livro didático do 9º ano^X

O fato de tais citações estarem dispostas de forma desfragmentada do texto principal do livro e isoladas de um contexto produz sentidos diversos. Poderíamos sugerir-las de duas formas distintas. Enquanto ilustra a difícil convivência entre o discurso criacionista e as demais ideias científicas trazidas pelo livro, também demonstra como esse discurso é introduzido na escola. No lugar da deliberação sobre o porquê de se considerar tais premissas e incluí-las junto ao ensino de Ciências, a demonstração também é a via de acesso dada ao Criacionismo nas turmas observadas.

Além do recurso da presença, o livro didático de Ciências ainda apresenta outras características essenciais para a prática de ensino do professor no que tange esse tema. A organização desse manual apresenta uma série de características próprias com o objetivo de

^{IX} Allan Sandage (1926-2010) foi um reconhecido astrônomo americano.

^X Michelson Borges é jornalista, mestre em Teologia e editor da Casa Publicadora Brasileira.

inserir o argumento criacionista no contexto dos conceitos científicos, distribuídas entre as quatro séries do Ensino Fundamental.

No 6º ano, além das frases inseridas entre os textos, a filosofia criacionista é apresentada nos momentos em que a própria ciência é objeto de estudo. Assim, explorando os limites entre o que é passível ou não de ser explicado pelo trabalho dos cientistas, o Criacionismo busca um espaço entre as teorias que, apesar de não apresentarem comprovação empírica, transitam entre as ideias e hipóteses possíveis.

Capítulo
1

O que é ciência?

As pessoas sempre desejaram entender o mundo. É dessa vontade que nasce a Ciência. Agora, não pense que para se tornar um cientista é preciso ser um gênio ou um superdotado. As muitas descobertas e avanços tecnológicos se devem a pessoas comuns que persistiram em sua busca para compreender a natureza e o mundo que as cerca.

Assim, podemos compreender a Ciência como uma busca do conhecimento organizado, seguindo métodos definidos e sistemáticos.

O ponto de partida da Ciência é a observação dos fatos e a curiosidade. Os cientistas são curiosos e persistentes. É essa curiosidade que leva a pessoa a buscar entender as coisas, seu significado, sua razão de ser. Então, como você pode responder à pergunta: "O que é Ciência?"

Veja estes conceitos de Ciência:

- "Ciência é a inter-relação de fatos e ideias"
- "Ciência é a produção de conhecimento de maneira organizada"
- "Ciência é o conjunto dos conhecimentos práticos e teóricos, organizados, com um determinado fim"

Albert Einstein (1879-1955) dizia que a formulação de problemas, em muitos casos, é mais importante que a solução. Esta pode ser apenas uma questão de habilidade matemática ou em fazer experimentos. Entretanto, propor problemas novos e encarar os problemas velhos sob um novo ponto de vista requer imaginação criadora, e é isso que promove o progresso da Ciência.

Figura 8: Texto retirado do livro didático do 6º ano e que se preocupa em pensar sobre o que define a ciência

Há uma ruptura na sequência didática dos conteúdos estudados ao longo do ano letivo do 7º ano. Quando o tema de estudo passa a ser os *Seres Vivos*, a filosofia criacionista sugere que a sequência evolutiva seja desprezada, de modo que cada grupo de animais ou plantas é estudado separadamente.

A. Como os cientistas trabalham?

Usando a **observação** e a **curiosidade**, o cientista começa a entender o mundo que o cerca. É a partir da observação crítica e sistemática que ele obtém os dados que precisa para chegar às conclusões e descobrir novas coisas.

A partir da observação, o cientista procura pistas que permitam reconhecer as relações entre os fatos e as suas causas.

Você é bom observador? Que tal desenvolver esta característica, para ser também um cientista?

Com base em suas informações, os cientistas formulam respostas (que são idéias, chamadas hipóteses) para as questões que eles próprios criam. Essas respostas representam uma tentativa de conhecer mais a realidade, e são válidas e úteis na medida em que permitem prever acontecimentos futuros. Então, apresentam suas conclusões sobre determinados fenômenos que estudam em forma de **Hipóteses Teóricas** ou **Leis Científicas**.

Hipótese
É uma idéia para solucionar um problema e prever novos fatos. Deve ser testada por experiência. Será considerada correta se os resultados conferirem com as previsões.

Teoria
Hipóteses testadas e relacionadas entre si. Podem ser reunidas em uma explicação mais abrangente – a teoria. Mas esta não constitui a “verdade definitiva” sobre um fenômeno, é somente a melhor explicação, até agora.

Um método científico pode seguir as etapas:

- Observação de um fato (fenômeno)
- Formulação de um problema
- Formulação de uma hipótese
- Realização de experiências
- Análise e discussão dos dados obtidos
- Conclusão

Pense e responda

- Escreva o seu conceito de **Ciência**.
(Se quiser, consulte o dicionário.)
Professor(a): Considere todas as respostas.
- Por que a Ciência não deve ser aceita como verdade absoluta?
Porque as verdades científicas podem mudar em consequência de novas pesquisas, ou podem ter os resultados distorcidos por pessoas que discordam e são movidas por interesses pessoais, preconceito ou outras razões.

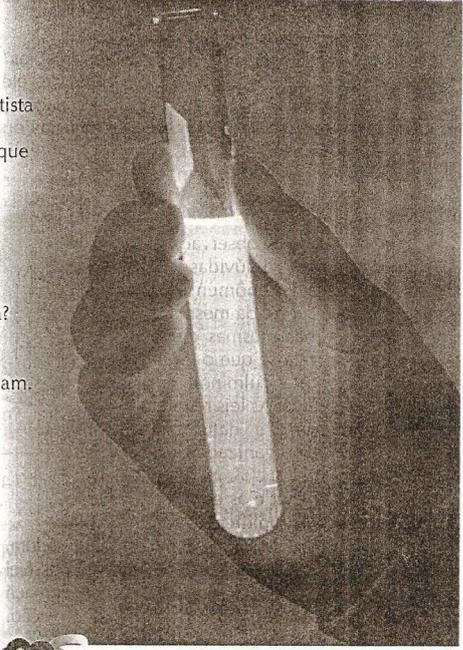



Figura 9: Texto retirado do livro didático do 6º ano e que procura definir o trabalho do cientista

O corpo humano, objeto principal de estudo na educação em Ciências no 8º ano, é permeado pelos argumentos criacionistas. No 9º ano, são estudadas as teorias que oferecem

uma explicação para os mecanismos evolutivos. A partir daí, adota-se o Criacionismo, pelo viés do *Designer* Inteligente, como uma dessas teorias.

A Incrível MÁQUINA HUMANA

Você nasceu com uma capacidade vital que vai usar durante toda a vida. Essa capacidade foi dada por Deus, na Criação, sendo passada de uma geração a outra, pelos processos de procriação, chegando até você.

Quando você foi concebido, esse potencial lhe foi transmitido através da herança genética. O que você é, em grande medida, resulta do que recebeu geneticamente de seus pais e de como está utilizando os genes recebidos. Portanto, nem sempre a pessoa que nasceu com a melhor bagagem genética será a mais saudável ou viverá por mais tempo.

Este novo milênio promete mudanças imensas no conhecimento da vida e da saúde humana. O mapa do genoma humano, isto é, a identificação dos 130 mil genes de nossa herança genética, já é uma realidade. Com esse manual de instruções, é possível começar a entender de que modo será possível livrar as gerações futuras de um imenso grupo de doenças genéticas.

Enquanto pesquisadores sonham com o domínio do material genético, outros se empenham e melhoram a qualidade de vida pela prevenção, orientando as pessoas a como ter saúde.

Nesta Unidade, você vai realizar uma espécie de “viagem fantástica” por um mundo quase sempre microscópico, enquanto adquire os conhecimentos científicos básicos sobre como se constitui e se organiza a matéria viva.

Nesta Unidade você:

1. Analisará a proposta da origem inteligente da vida;
2. Relembra a estrutura de classificação dos seres humanos;
3. Compreenderá como são formadas as substâncias ao nosso redor;
4. Analisará o estudo das estruturas celulares;
5. Identificará as organelas citoplasmáticas;
6. Entenderá a chave da vida no interior do núcleo: o ADN ou DNA;
7. Compreenderá como as células se organizam na formação de tecidos e os tipos que se formam;
8. Conhecerá o desempenho e a função de cada tecido vivo na construção do corpo humano.

Figura 10: Texto retirado do livro didático do 8º ano e que apresenta a analogia da máquina humana

Tabela de mecanismos evolutivos		
Designação e data	Principais proponentes	Características
Lamarckismo 1809–1859	Lamarck	<ul style="list-style-type: none"> • O uso causa o desenvolvimento de novas características que se tornam hereditárias.
Darwinismo 1859–1894	Darwin, Wallace	<ul style="list-style-type: none"> • Pequenas mudanças são acarretadas por seleção natural, causando a sobrevivência do mais apto.
Mutações 1894–1922	Morgan, de Vries	<ul style="list-style-type: none"> • Ênfase maior nas modificações produzidas por mutações. A seleção natural não é tão importante.
Síntese Moderna (Neodarwinismo) 1922–1968	Chetverikov, Dobzhansky, Fisher, Haldane, Huxley, Mayr, Simpson, Wright	<ul style="list-style-type: none"> • Atitude unificadora. As modificações nas populações são importantes. Pequenas mutações produzem variações sobre as quais atua a seleção natural. Relação com a classificação atual.
Diversificação 1968 até o presente	Eldredge, Gould, Grassé, Hennig, Kauffman, Kimura, Lewontin, Patterson, Platnick	<ul style="list-style-type: none"> • Multiplicidade de idéias conflitantes, insatisfação com o neodarwinismo. Busca por uma causa para a complexidade.

Figura 11: Tabela dos mecanismos evolutivos retirada do livro didático do 9º ano

A partir da organização e esquemas de conteúdos contidos no livro, podemos nos adiantar para compreensão de como a abordagem dada ao tema Criacionismo pelo nosso sujeito também reflete os aspectos da cultura científica que contemplamos ao longo de nosso estudo. É relevante ressaltar que em nenhum momento a metáfora do *Designer* Inteligente foi desconstruída, colaborando ainda mais para uma visão estática sobre o tema.

Percebemos que a questão Evolucionismo/Criacionismo ganha a cena da sala de aula e é incorporada a prática de ensino do Professor 4 nos momentos em que a ciência e o método científico são objetos de estudo. A origem do universo e a evolução das espécies são apresentadas como teorias que não podem ser provadas pela ciência, caindo no plano do que chama de “especulações científicas”. Esse rótulo é dado a partir da ideia que se tem dos métodos de investigação que a ciência utiliza. Esses métodos, como já mencionado, sofrem grande influência da noção de razão herdada do cartesianismo. Assim, para que a teoria evolucionista de Charles Darwin, por exemplo, pudesse ser admitida como ponto de partida para o estudo dos seres vivos seria necessária a observação e registro de fatos que são impossíveis de se efetuar.



Figura 12: Texto retirado do livro didático do 6º ano e que relaciona atividade científica e origens da Terra

Introduzindo o Criacionismo entre as teorias, a conduta mais expressiva de nosso sujeito para oferecer subsídios à adesão dos alunos é a refutação do experimento desenvolvido por Stanley Miller na década de 1950 que tinha como principal objetivo testar a hipótese de Oparin sobre a origem da vida na Terra. Nessa experiência, Miller simulou as condições supostas para o planeta primitivo. Como resultado, obteve moléculas que, com o passar do tempo, se combinaram formando moléculas ainda mais complexas. O pesquisador e sua

equipe surpreenderam ao encontrar, entre os compostos formados, aminoácidos e alguns compostos de carbono.

As suspeitas e críticas atribuídas pelo Professor 4 à experiência de Miller vão no sentido de que seus resultados foram “apenas” aminoácidos e outras moléculas orgânicas, mas nenhum modo conhecido de vida. Até certo ponto, essa discussão é benéfica por vislumbrar os limites da ciência e suas explicações, além de fornecer indícios históricos sobre o momento da formulação da hipótese. Contudo, refutar a hipótese de Oparin e o experimento de Miller com o fim último de abrir espaço ao Criacionismo não nos parece um procedimento fértil. Aceitar passivamente a demonstração de tais premissas também não significa aprendizagem.

A assepsia necessária para o ensino criacionista acaba por impedir que o professor faça relações entre o conhecimento que se pretende apreender e certas experiências dos alunos. Em seu cotidiano, o estudante vivencia uma série de informações trazidas pelos meios de comunicação que podem e são introduzidas no espaço escolar pelo discurso dos alunos. Muitas reportagens de jornais, revistas e conteúdos da internet são evocados nessas falas. Entretanto, eles corroboram o pensamento evolucionista que perpassa o universo da ciência e o professor tem dificuldades em lidar com tais informações. Muitas vezes suas intervenções a respeito dessas vivências recaem sobre o que é ou não científico, passando pelo que está ou não dentro do método científico. Dissocia o que é senso comum, qualificando-o de especulação, de método científico. Muitos dos conhecimentos que os alunos trazem para a sala de aula também passam por esse crivo.

A partir daí, percebemos o *status* atribuído a essa noção de método científico, que exclui qualquer outra forma de pesquisa como forma de ciência, inclusive a nossa. Em nenhum momento outro modo foi abordado ou até mesmo os aspectos históricos em que tal diretriz tornou-se quase uma exigência nas Ciências Exatas e Naturais. Com isso, segmentam-se os discursos da sala de aula em “científico” e “senso comum”, incluindo-se, geralmente, os aspectos cotidianos trazidos pelos alunos nesse segundo grupo. Sendo assim, o que se percebe é um distanciamento gradativo dos alunos das discussões da sala de aula. Ora, se suas vivências são meras especulações, não é de se espantar que prefiram o silêncio.

Como o pensamento evolutivo é elemento integrador de toda a educação em Ciências, o que se percebe então é um esforço em despir o discurso da sala de aula dos aspectos evolucionistas tão arraigados na cultura científica. Mas essa não é uma tarefa fácil. Uma situação em especial do EPO ilustra a dificuldade que perpassa essa assepsia. Procurando um

modo diferente para trabalhar as relações entre os seres vivos, nosso sujeito utiliza um documentário desenvolvido pela rede BBC de Londres intitulado *Florestas sazonais*. Entretanto, a ideia central sustentada pelo documentário é de que todos os seres, animais e vegetais, desses ecossistemas evoluíram de forma conjunta. Assim, podemos perceber que a ideia criacionista está presente na prática de ensino de nosso sujeito como um componente pontual, que é abordado de forma demonstrativa sempre que o método científico e os mecanismos evolutivos são tomados como objeto de estudo. Isso se justifica até mesmo pela falta de argumentos do Professor 4 para defender seu ponto de vista, uma vez que sua formação inicial não o preparou para tais situações. Como consequência, o Criacionismo é trabalhado por ele como um conteúdo, e não um fio condutor.

Concluimos que, para a compreensão da analogia como recurso argumentativo, a introdução do discurso criacionista de forma demonstrativa no contexto observado em nada é determinante. Entretanto, essa discussão ilustra a forma como nosso sujeito se relaciona com o universo da ciência. Privando esse universo de suas características históricas e contextuais, o professor o afasta cada vez mais dos alunos.

5 TÉCNICAS ARGUMENTATIVAS: O RACIOCÍNIO POR ANALOGIA

Quando um elétron e um próton se aproximam, eles armazenam energia potencial elétrica. Como dois amantes abraçando-se numa estação de trem, precisamos fornecer energia para separá-los.

Marcelo Gleiser

A analogia evocada por Marcelo Gleiser para explicar a complexa relação energética entre o próton e o elétron já foi considerada como um argumento apropriado para o ensino das *Ligações Químicas*. Atualmente, entretanto, o aprofundamento do tema nos fez refletir até que ponto a aproximação entre a atração química e um relacionamento pode ser fértil. Revisitando o campo das analogias agora sob a luz da Teoria da Argumentação procuramos não apenas criar um catálogo de aproximações analógicas e julgá-las pertinentes ou não, mas compreender a estreita relação entre esse instrumento e demais técnicas argumentativas como componentes dinamizadores da prática docente de nossos sujeitos.

Durante a primeira seção – *Tinha uma pedra no meio do caminho* – deliberamos a respeito do papel dúbio da analogia enquanto recurso de ensino, pois a pedra que edifica pode também se tornar obstáculo para que se avance. Para compreender de que forma se comportam as analogias propostas pelos professores, examinamos os sentidos construídos por eles sobre como e quando a linguagem analógica se constitui meio para o ensino e aprendizagem em suas salas de aula.

A partir daí, nos ocupamos de nossa função em explorar as analogias introduzidas no EPO. Para essa investigação, decidimos por classificá-las em *Analogias propostas pelos alunos*, *Analogias propostas pelo professor e que não se comunicam entre si* e *Analogias propostas pelo professor que se comunicam entre si*. Após sua descrição e exame, oferecemos uma análise crítica sobre o assunto e nos dedicamos a refletir, juntamente com os sujeitos envolvidos na pesquisa, sobre os limites representados pela superação da analogia.

Com a segunda seção – *O professor, suas analogias e outros recursos argumentativos* – pretendemos que a relação entre o professor, a linguagem analógica e demais técnicas argumentativas presentes em sua prática de ensino se esclareça. O vínculo entre os sujeitos e

as aproximações analógicas que propõem a seus alunos é enfatizado, buscando compreender quais aspectos são determinantes nessa relação.

Por fim, exploramos as fronteiras entre a analogia, o modelo, o exemplo e a comparação. Identificando as características de cada um desses instrumentos de ensino, oferecemos uma reflexão sobre como seu uso equivocado, assim como o das analogias, pode vir a se tornar uma pedra na arquitetura do conhecimento científico escolar.

5.1 TINHA UMA PEDRA NO MEIO DO CAMINHO

Pareceu-nos oportuno, para a discussão que seguirá a respeito do papel ambíguo que a linguagem analógica pode desempenhar no ensino de conceitos científicos, uma breve ambientação sobre como os sujeitos percebem a linguagem e os discursos da sala de aula. Com base no diálogo com e entre esses professores, novas perspectivas para nosso estudo se abrem. A partir daí, buscamos compreender outros aspectos de sua prática de ensino, discutindo sobre quais são os sentidos construídos por eles a respeito do papel das aproximações analógicas na educação em Ciências e sobre a possível presença desses instrumentos em suas aulas. Como seria essa inclusão: sistematizada, como sugerem os modelos de utilização de analogias, ou aleatória e sem o compromisso metódico? Além disso, estariam os professores cientes dos limites pedagógicos desse recurso? Lembrando que, para que a relação analógica não incorra em um obstáculo epistemológico, sua superação é fundamental.

Ao nos determos no primeiro ponto – a percepção dos sujeitos a respeito do papel desempenhado pelo raciocínio analógico como instrumento para a construção do conhecimento científico, percebemos que, mesmo que precariamente, essa discussão está presente no cotidiano desses docentes. Os extratos seguintes, retirados das entrevistas, servem de base para essa afirmativa.

(Sobre as analogias) Elas aparecem bastante. Mas eu me questiono um pouco até que ponto essas analogias são absorvidas pelos alunos (EPE2).

Quando a gente trabalha com conceitos mais abstratos, tem que criar uma ponte entre o que o aluno conhece e o que é desconhecido. Eu acho que a analogia é essa ponte, mas que ela tem que ser usada com muita cautela, porque têm muitas analogias que são impróprias. Eu mesmo, muitas vezes,

já me deparei com isso, com analogias que a gente acha que é do conhecimento do aluno, mas sem verificar antes se o ele conhece aquilo. Penso que um dos problemas é esse, primeiro tem que ser uma coisa que os alunos conheçam, de fato um consenso, que o significado daquilo seja um consenso, para depois chegar nessa ponte (EPE3).

(Sobre a presença de analogias no livro didático) (...) Ele traz sim muitas analogias. Inclusive trabalha em cima delas. Como? Sempre, dentro do seu conteúdo, ele tem uma partezinha que pergunta para o aluno “Você sabia?”, onde, por exemplo, no caso na parte de relações ambientais, compara o morcego, explicando para os alunos que os morcegos fêmeas ajudam as outras na hora do seu parto. Então faz a analogia do morcego com o Batman justamente para chamar o aluno para aquilo que é mais comum. (...) Todo capítulo tem uma analogia dessa. Você faz também algumas charges, por exemplo, nessa parte que estuda os répteis tem aí um crocodilo conversando com a cobra (EPE4.1).

Identificamos no relato do EPE2 uma preocupação por parte do professor a respeito de que tipo de apropriação os alunos fazem das analogias que ele propõe. Esse temor, como já dissemos, não é infundado. O conceito científico encontra na linguagem analógica duas possibilidades: ela pode ser a pedra fundamental de uma construção que, trabalhada corretamente, alicerça e ancora. Ou pode significar um obstáculo que dificulta que o estudante chegue à abstração desses conceitos. O que determina como o raciocínio analógico irá influenciar a aprendizagem é o trabalho sistemático realizado pelo professor com e sobre esse recurso.

Apesar de não limitarmos nosso trabalho à aplicação dos modelos de utilização de analogias, reconhecemos em todos eles um aspecto determinante para o bom funcionamento da aproximação analógica como ferramenta de ensino. A superação da analogia, etapa presente em todos os esquemas já expostos, é condição essencial para a apreensão dos conceitos científicos a partir da técnica argumentativa. Esse primeiro texto se mostra relevante fato de nossa pesquisa, uma vez que revela por parte do sujeito do EPE2 comprometimento e até mesmo planejamento de aspectos de sua prática de ensino.

O segundo texto, extraído do EPE3, também sugere envolvimento docente a respeito de questões sobre a aprendizagem dos alunos. A professora argumenta que, tendo como característica a abstração, os conceitos científicos precisam ser aproximados do discurso dos alunos. Para isso, as analogias e metáforas podem ser uma ponte. Entretanto, chama atenção para a necessidade de um acordo prévio no que se refere aos elementos – tema e foro – da relação analógica.

Esse é um ponto fundamental dessa discussão. Estariam os professores atentos à necessidade de acordo entre o que os alunos realmente conhecem e o que presumem que estes têm como legitimado? Quanto a isto, Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005) salientam que o foro deve ser bem conhecido, para que a analogia seja aceita e ancore o raciocínio. O exercício que o orador deve desempenhar a fim de reconhecer os conhecimentos prévios do auditório pode fornecer os indícios de que necessita para perceber se os aspectos que deseja *transferir* de foro para tema são admitidos pelos estudantes. Os mapas descritos sobre a estrutura analógica também contribuem nesse sentido.

A busca por esse consenso do qual fala a Professora 3 nem sempre é uma constante, visto que muitos casos já relatados em outros trabalhos demonstram que grande parte dos professores ignora a ideia da superação da analogia. Mesmo que não expressado com essas palavras, o EPE3 sugere um movimento que se inicia com a introdução aproximação analógica e é perpassado pelo mapeamento das características distintas e comuns entre foro e tema e a sondagem sobre a percepção dos estudantes a respeito do foro. A partir daí, resta a desconstrução da analogia, quando o andaime que sustenta a aproximação deve ser retirado.

O extrato do EPE4.1 significa um contraponto aos demais. Apesar de reconhecer que o livro didático adotado em suas aulas traz o raciocínio analógico como recurso argumentativo, o sujeito parece desconhecer o que ele representa: uma similitude de relações entre foro e tema.

O Professor 4 parece não compreender a distinção entre técnicas como exemplo, analogia e ilustração. A seus olhos, todos desempenham o mesmo papel na aprendizagem. Nas passagens do livro didático utilizadas pelo professor não reconhecemos analogias. No primeiro caso, a comparação entre o personagem *Batman* e o morcego tem finalidade atrativa, ou seja, espera-se que o aluno se interesse pelo comentário a partir da relação estabelecida entre o conceito – o comportamento de fêmeas de morcego durante o parto – e o personagem das histórias em quadrinhos tão conhecido por eles. Já no segundo caso, a charge do crocodilo conversando com a cobra também não representa uma aproximação analógica. Ao tratar de conceitos como mimetismo e camuflagem, o livro traz a charge como uma forma de linguagem distinta do padrão adotado por ele. Ao fazer isso, também sugere uma atração dos alunos na medida em que representa uma forma menos rígida e mais descontraída de apresentação dos conceitos científicos.

55



Você sabia?

Santa barbaridade, batman, uma bat-parteira?



Fêmeas de morcego passaram a fazer parte de uma irmandade seleta: uma delas foi vista ativamente ajudando outra a dar à luz. As fêmeas de outros mamíferos que atuam como parteiras incluem as fêmeas de sagüis, elefantes, golfinhos e baleias e, é claro, dos seres humanos.

Figura 13: Box retirado do livro didático de Ciências do 7º ano e citado no EPE4.1



Figura 14: Charge retirada do livro didático de Ciências do 7º ano e citada no EPE4.1

Essas técnicas argumentativas, apesar de se apresentarem semelhantes no que se refere a sua função, requerem processos cognitivos distintos por parte dos estudantes. Isso significa que cada uma deve ter levada em conta sua complexidade e modo de trabalho na sala de aula. Assim, enquanto exemplo e ilustração se prestam, segundo Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005), a generalização de um caso particular por confirmarem uma regra já aceita, a analogia vai além e precisa ser sistematizada e desconstruída para que não passe a significar um empecilho.

Mediante a incompreensão a respeito das diferenças entre os distintos recursos argumentativos, uma outra questão nos inquietou: seriam as analogias ferramentas utilizadas com frequência pelos professores, como suposto com base na revisão de trabalhos anteriores ao nosso? Ou estariam os professores, assim como encontrado no EPE4.1, atribuindo à

analogia um lugar ocupado em sua prática de ensino por outros instrumentos. Os extratos que se seguem, retirados dos EPE3 e EPE4.1, são um auxílio na busca por respostas a essa pergunta.

(...) Quando eu dava aula numa turma do noturno, no 9º ano, ensinando o conceito de átomo eu fiz uma analogia do átomo como se fosse peças do *Lego*, daquele brinquedo *Lego*. Que você poderia criar da mesma forma como as peças do *Lego*. Você pode criar infinitas formas, os átomos seriam partículas também que possibilitariam que existissem as milhares de substâncias que existem no planeta. Ficou todo mundo olhando para mim com uma cara de assustado. Aí que eu fui me tocar que eles não sabiam o que era o *Lego* (EPE3).

Quando se está fazendo os estudos das células, começamos a apresentar para eles os primeiros nomes complicados, como complexo de Golgi, mitocôndrias, citoplasma. Seriam nomes que eles nunca ouviram, e aí você começa a comparar, tem como fazer uma analogia desses nomes. Falando, por exemplo, que a mitocôndria é a usina da célula, então desenha a mitocôndria no quadro e pode mostrar para eles que ela parece um sanduíche. E se você fala citoplasma, bate na tecla que o citoplasma é gelatinoso (EPE4.1).

A experiência relatada no EPE3 nos mostra que a professora faz uso de relações analógicas para aproximar o conceito científico, no caso o átomo e as ligações químicas, a algo próximo, conhecido pelo aluno. É mesmo essa a função da analogia no ensino de Ciências: sedimentar o novo conceito em um foro bem conhecido. Apesar de representar uma situação de suposto fracasso da aproximação analógica, a análise mais profunda permite-nos uma percepção duplamente positiva. Primeiro, a Professora 3 recorre a ferramentas que auxiliem na aproximação dos discursos da sala de aula. Depois, vista a falta de familiaridade entre o foro proposto e os estudantes, a professora reconhece os limites da analogia que propôs e, levando em conta os conhecimentos prévios de seu auditório, abandona-a.

Apesar de parecer lógico, nem sempre é isso o que acontece. Em muitas situações, o professor se vê tão preso à relação que propôs que não só não percebe sua ineficácia, como também insiste e reafirma sua identidade com o conceito estudado. Nesse caso, a percepção do professor sobre o que seus estudantes têm como admitido é equivocada. Um obstáculo pedagógico pode ser criado nessas situações e sua dissolução requerer muito mais esforço que sua criação.

O texto do EPE4.1 afirma que, apesar de o professor já haver se equivocado em relação ao que representa o raciocínio analógico, ele também faz uso desse meio. As

analogias citadas por ele – mitocôndrias como usina da célula, sanduíche da célula e citoplasma como gelatina – são algumas das mais comumente encontradas nas pesquisas sobre esse tema. Isso se deve, ao que parece, à sua larga presença em livros e manuais didáticos. Desde a sua formação o professor ouve e utiliza essas aproximações.

Contudo, mesmo diante da certeza de que as analogias estão presentes na prática de ensino desses professores de Ciências, preocupamo-nos em compreender como elas são utilizadas. Para tanto, somente os dados e relatos dos episódios de pesquisa representados pelas entrevistas não nos pareceram suficientes. A fim de alcançarmos essa análise, teremos como ponto de partida e apoio as variadas situações vivenciadas durante as observações. Encontramos várias aproximações analógicas nesse contexto.

Nossa intenção não é criar um catálogo de analogias, mas partir delas para uma compreensão maior sobre a prática de ensino dos professores. Assim, algumas situações onde a relação analógica é tomada como recurso argumentativo serão exploradas em vários momentos desse trabalho. Para facilitar a organização dos dados e nossa discussão, preferimos dividir tais situações em três subgrupos. A inclusão de determinada analogia em cada subgrupo depende de uma dada característica atribuída a ela. No primeiro grupo encontramos as *analogias propostas pelos alunos*. Tendo o aluno introduzido o raciocínio analógico na sala de aula, buscamos compreender como o professor responde a essa relação. A ideia central é perceber se ele busca desenvolver a analogia, mapeando os aspectos semelhantes e diferentes entre tema e foro, até o ponto de sua desconstrução.

Agrupamos também as *analogias propostas pelo professor que não se comunicam entre si*. Essa classificação leva em conta não o tema ou conteúdo expresso no raciocínio analógico, mas a intenção explicativa que ele carrega. Assim, encontram-se nesse subgrupo aquelas aproximações que foram empregadas pelo professor de forma aleatória. Percebemos que também essas analogias não se submeteram ao mapeamento e desconstrução.

Por fim, discutimos em um mesmo grupo as *analogias propostas pelo professor e que se comunicam entre si*, de modo a formarem uma sequência analógica com o mesmo fim explicativo. Por estarem em constante diálogo e serem trabalhadas em várias aulas, essas foram as relações que mais se aproximaram do movimento de desconstrução. Porém, acreditamos que também nelas os andaimes não foram retirados por completo.

Tabela 1: Analogias propostas pelos alunos

	Turma	Assunto/aula	Descrição da analogia	Resposta/atitude do professor
I	9º ano	Fenômenos químicos e físicos	A aluna sugeriu a analogia entre o coração e um carro, pois quando “morrem” é necessário um arranque ou choque para voltar a funcionar.	Não desenvolveu ou superou a analogia. Em resposta, propôs outra analogia que também não foi desenvolvida, relacionando a reconstrução de uma artéria em uma cirurgia e a válvula de um carro sendo apertada.
II	8º ano	Citologia	O aluno sugeriu uma relação entre lisossomos e aparelhos eletrodomésticos de uma casa.	A analogia não foi discutida, não explorando o conhecimento que os alunos pesquisaram em casa, além da leitura.
III	9º ano	Misturas homogêneas e heterogêneas	Sobre a possibilidade de haver diferenças visíveis entre água e álcool, um aluno respondeu que o álcool deveria ser mais claro que a água, pois é usado para limpar e, por isso, deveria ser mais “limpinho”.	O professor apenas corrigiu dizendo que não há diferenças visíveis entre água e álcool. O aluno transferiu por analogia características da funcionalidade para a aparência física do composto em questão. OBS: A analogia foi utilizada em uma situação de aula prática no laboratório.
IV	6º ano	As estrelas	O professor explica que um buraco negro é uma região de intensa atração gravitacional que atrai todo corpo celeste que se aproxima dele. Uma aluna completou sugerindo que é como um imã.	O professor concorda com afirmação da aluna, mas não desenvolve a analogia. Apesar de já ter dito que o buraco negro atrai devido a atividade gravitacional, poderia ainda restar a dúvida sobre a natureza da atração do imã, que é magnética.
V	9º ano	Energia nuclear	O DNA é tipo um <i>pendrive</i> com todas as informações.	A analogia não foi trabalhada.
VI	9º ano	Energia nuclear	O DNA é como se pegasse uma folha em branco e escrevesse todas as minhas informações.	O professor desenvolveu a analogia até certo ponto, perguntando ao aluno o que seriam as letras dessa escrita. O aluno então respondeu que seria o código a ser transmitido e o professor concordou.

VII	9º ano	Ligações químicas	Duas alunas conversavam durante a resolução de exercícios. Uma delas, com a tabela periódica na mão, explicava a outra como resolver os exercícios sobre ligação iônica. Apontando as famílias 1A, 2A, 6A e 7A ela dizia: “É simples, é como um casamento – esse (1A) só vai se encontrar e casar com estes (7A) e esses aqui (2A) só vão se casar com esses (6A)”.	A analogia não foi trabalhada no sentido de conduzir à desconstrução.
VIII	8º ano	Histologia	Quando perguntados sobre o assunto “tecidos”, os alunos responderam que a primeira coisa que lhes vinha à cabeça era “pano”.	O professor não utilizou nem desenvolveu a analogia proposta, mas contornou a resposta dos alunos introduzindo os conceitos científicos sobre o tema.

Tabela 2: Analogias que não se comunicam entre si

	Turma	Assunto/aula	Descrição da analogia	Atitudes desencadeadas
I	6º ano	O laboratório	O meio de cultura é como se fosse uma gelatina.	As semelhanças e/ou diferenças entre foro e tema não foram trabalhadas.
II	8º ano	Sistema digestivo	(Texto escrito na lousa) Do mesmo modo que a bile, o suco pancreático tem uma função “detergente” sobre as gorduras.	O fato de “detergente” está entre aspas já sugere que a palavra não está sendo usada em um sentido literal. Entretanto, o texto também não explica em que sentido a palavra é usada. Durante sua fala após a leitura do texto, o professor explicou porque o suco pancreático é como detergente, mas não explicou em que sentido difere do mesmo.
III	8º ano	Os dentes	Ao explicar sobre a primeira dentição, o professor mencionou o termo “dentes de leite” e pediu que fosse escrito entre aspas, evidenciando que se tratava de uma	A metáfora não foi desenvolvida nem questionada pelos alunos

			metáfora.	
IV	8º ano	Os dentes	O esmalte do dente é como se fosse a casca do dente. Se a cárie penetrar essa casca vai chegar na dentina, que é o interior do seu dente.	A analogia não foi desenvolvida.
V	8º ano	Os dentes	Observem que esse dente tem duas perninhas (apontando sobre a figura do livro). As duas perninhas são sua raiz.	A analogia não foi desenvolvida.
VI	8º ano	Sistema urinário	Como na nossa casa a gente coloca no filtro água e ela sai filtrada. No rim é a mesma coisa: entra sangue e sai sangue, só que uma série de substâncias fica retida. O rim tira do seu sangue principalmente uréia, sais diversos e substâncias.	Apesar de a analogia ter sido explorada até o ponto de se definirem as semelhanças entre tema e foro, ela não foi desconstruída.
VII	8º ano	Sistema digestivo	Imagine um balão de aniversário cheio como o estômago da gente, se você bater o balão na parede ele arrebenta. Mas se ele estiver com pouco conteúdo, o balão não arrebenta quando você bate na parede. Pode acontecer a mesma coisa com o estômago quando a gente sofre um acidente automobilístico.	A analogia não foi questionada nem trabalhada até a superação.
VIII	8º ano	Sistema digestivo	A língua do cão é um radiador ambulante. Como o radiador do carro ajuda a resfriar o motor, o cão usa a língua para se refrescar.	A analogia foi explorada, mas sem a etapa de verificação/avaliação de como a analogia foi ancorada.
IX	8º ano	Mastigação	Os dentes molares são como duas mãos amassando os alimentos. A analogia foi ilustrada como o movimento dos punhos	A analogia não foi sistematizada ou desconstruída, mas a ilustração funcionou como um complemento.

			fechados em atrito.	
--	--	--	---------------------	--

Tabela 3: Analogias que se comunicam entre si

	Turma	Assunto/aula	Descrição da analogia	Atitudes desencadeadas
I	9º ano	Números quânticos	De certa forma, podemos comparar o número quântico magnético a gavetas de um armário, sendo o armário o átomo.	A analogia não foi questionada nem trabalhada até a superação.
II	9º ano	Números quânticos	É como se o átomo fosse um guarda-roupa e cada uma das camadas da eletrosfera fosse uma gaveta. E essas gavetas têm tamanhos diferentes. Na gaveta da camada K cabem quantos elétrons?	Essa analogia foi utilizada em várias aulas seguintes.
III	9º ano	Números quânticos	O átomo é como se fosse um guarda-roupa e cada uma das camadas da eletrosfera fosse uma gaveta. Assim, o número quântico principal seria uma gaveta do guarda-roupa. O número quântico seriam caixinhas dentro das gavetas. Então, se eu jogasse um giz dentro do guarda-roupa ele cairia dentro de uma caixinha dentro da gaveta.	Essa analogia foi amplamente utilizada. Durante sua utilização, nenhum aluno questionou a analogia ou tentou complementá-la.
IV	9º ano	Distribuição eletrônica	Aí, dentro da camada K, o “s” seria uma caixinha e o “p” outra caixinha. Mas essas caixinhas são diferentes.	Essa analogia foi amplamente utilizada. Durante sua utilização, nenhum aluno questionou a analogia ou tentou complementá-la.
V	9º ano	Distribuição eletrônica	É como se você tivesse uma forminha de gelo. Quando você coloca a forminha de gelo debaixo da torneira para encher de água ela vai enchendo compartimento por compartimento. Com a	A analogia não foi questionada nem trabalhada até a superação.

			distribuição eletrônica no diagrama de Linus Pauling é a mesma coisa.	
VI	9º ano	Ligações químicas	O lítio tem três elétrons – $1s^2$, já encheu a primeira gaveta, sobrou 1 para a próxima gaveta – $2s^1$. É só ir enchendo as gavetinhas.	Essa analogia foi amplamente trabalhada. Durante sua utilização, nenhum aluno questionou a analogia ou tentou complementá-la.
VII	9º ano	Ligações químicas	<p>Os átomos que possuem o subnível mais energético incompleto precisam de um companheiro, um amigo para completá-lo, para fechar a gaveta. (Professor)</p> <p>Os gases nobres não se relacionam^{XI}. Qual o elemento mais amigo da tabela periódica? (Alunos)</p> <p>O hidrogênio.</p> <p>(Professor) Se eu tenho debaixo do meu braço sete laranjas, e do outro uma laranja. Qual é mais fácil de tirar? (Alunos) Uma laranja. (Professor) Com a ligação química é a mesma coisa: é mais fácil perder um elétron.</p> <p>(Professor) O lítio, se ele doa o um elétron que sobre fica positivo ou negativo? (Alunos) Positivo. (Professor) E o flúor, que é o namorado dele, vai ficar positivo ou negativo? (Alunos) Negativo. (Professor) O cloro tem 17 elétrons, não tem? Se ele ganhar mais 1 elétron fica como o argônio. Quem tem esse 1 elétron para casar com ele? O lítio, por</p>	A analogia não foi questionada, trabalhada sistematicamente ou superada.

^{XI} A ideia que se expressa na fala do professor carrega também um recorrente erro conceitual a respeito dos gases nobres. Esse grupo de elementos da Tabela Periódica foi taxado como não reativo: “os gases nobres não se relacionam”. Entretanto, sabe-se que, apesar de sua estabilidade, os gases nobres também formam moléculas.

			exemplo, formando um sal.	
VIII	9º ano	Ligações químicas	Quando eu escolher alguém da família 1A ele vai casar com quem? 7A. E da família 2A, vai casar com quem? 6A.	A analogia não foi questionada, trabalhada sistematicamente ou superada.
IX	9º ano	Ligações químicas	Nas discussões sobre ligações covalentes, o professor explica que se o H só tem 1 elétron, ele precisa do namoradinho dele para andar de mãos dadas com ele.	A analogia não foi superada nem questionada

A possibilidade de construção da Tabela 1 – Analogias propostas pelos alunos – vai ao encontro da ideia amplamente defendida em nosso estudo de que a linguagem analógica integra o discurso da sala de aula de Ciências. Seja proposta pelo professor ou pelo aluno, essas relações de semelhança necessitam ser desconstruídas para que possa permitir a abstração dos conceitos científicos. A partir daí, destacamos alguns pontos relevantes na análise desse primeiro subgrupo.

Na situação I, apenas algumas semelhanças entre foro e tema foram mapeadas. A aluna sugere que, assim como um carro que por problemas mecânicos ou elétricos para de funcionar, o coração também necessita de choque quando o ritmo cardíaco é alterado a ponto de o órgão parar de bater. A resposta do Professor 4 à relação estabelecida não iniciou um movimento para a superação da analogia. Ao contrário, o professor sugeriu outra aproximação que também não foi desconstruída.

Muitos aspectos dos conceitos e processos envolvidos na descrição dessa analogia foram deixados à sombra mediante a atitude do professor. Ao aceitar apenas as semelhanças sugeridas pela aluna ao propor a relação, deixou de lado uma série de diferenças que não foram mapeadas e que podem contribuir para a construção de uma ideia equivocada sobre o funcionamento do coração ou até mesmo constituir um obstáculo para apreensões futuras. O professor poderia ter sugerido as diferenças entre um organismo e uma máquina ou até mesmo procurado evidenciar qual a natureza do choque necessário em cada um dos casos.

A relação da situação III desse mesmo subgrupo também mereceu algum destaque por, a nosso ver, representar claramente a existência de um obstáculo epistemológico,

corroborando a ideia de que conceitos mal trabalhados se enraízam no pensamento, se tornando empecilho para compreensão futura. Quando o aluno relaciona as características da função às da aparência física do composto em questão, revela que provavelmente em algum momento de sua formação essas informações estiveram associadas. Por analogia, a função como produto de limpeza atribuída ao álcool foi transferida para sua aparência visual, ou seja, a transparência.

Esse obstáculo pode até mesmo estar relacionado às primeiras experiências desse estudante, que, ao não serem questionadas ou sistematizadas, acabaram por sedimentar um obstáculo. É sobre essas transferências indesejáveis entre foro e tema que Bachelard (1996) amparou sua crítica contra o uso equivocado das analogias na formação do espírito científico. Para o autor, a construção científica feita de justaposições ou alheia à crítica pouco deve contribuir para essa formação. A resposta/atitude pertinente do professor deveria incluir a desconstrução da analogia proposta pelo aluno, evidenciando os aspectos ocultados aos sugerir a relação. Além disso, desmistificar a ideia de que necessariamente as características físicas e funcionais de um composto estão relacionadas se faz essencial nessa etapa da aprendizagem bioquímica.

Na analogia VI do Tabela 1 percebemos um indício do movimento que caminharia para a desconstrução da analogia. Entretanto, o movimento não foi concluído. Percebemos que as características em comum entre foro e tema foram mapeadas. Contudo, as diferenças entre os dois termos da analogia se ocultaram. Não houve nenhuma resposta do professor no sentido de suscitar o reconhecimento dessas discrepâncias.

Aspectos que podem ser considerados semelhantes entre a transmissão do código genético e a escrita em uma folha em branco foram discutidos pelo Professor 4 e os alunos. Muitos outros, porém, não foram questionados. Existiria uma ocasião na dinâmica celular em que o DNA estaria como uma folha em branco? E o que seria utilizado para essa escrita? A síntese protéica e alguns outros processos celulares poderiam ser considerados para mapear algumas dessas diferenças.

Ao reproduzirem a aproximação proposta pelo professor, na situação VII da Tabela 1, as alunas sugerem que esse recurso representou certamente um aliado para o ensino das ligações químicas. Entretanto, para afirmarmos a influência positiva dessa analogia na aprendizagem desses conceitos seria necessária sua superação. Através da relação estabelecida pelo professor entre as famílias ou grupos da tabela periódica e os parceiros de

um relacionamento, as alunas conseguiram resolver os exercícios propostos. Todavia, os andaimes da analogia não foram retirados quando o processo de construção da aprendizagem se julgava completo. Os efeitos da permanência da aproximação no lugar de sua superação só poderão ser avaliados por completo a longo prazo. O obstáculo envolvido nessa relação é chamado por Bachelard (1996) de animista e será explorado novamente mais adiante.

Para finalizarmos a discussão desse primeiro subgrupo onde se encontram as analogias propostas pelos alunos, tomemos por evidência a situação VIII. É importante perceber que, ao serem perguntados sobre o tema *tecidos*, a resposta dos alunos vem envolvida no conhecimento cotidiano – pano. O professor poderia ter se servido dessa resposta para trazer à luz questões históricas sobre Histologia. A própria fonte do termo *tecido* provém dessa analogia entre a organização celular e um tecido (ou pano, como preferiram os alunos). Ao desprezar a relação analógica e, com isso, a resposta dos alunos, o professor opera uma secção entre as percepções de seu auditório e o conhecimento científico. Essa secção, como já dissemos, pode se tornar elemento de base para a criação de uma barreira à aprendizagem.

O segundo subgrupo de analogias encontradas, exposto na Tabela 2, adentra o campo das analogias propostas pelo professor. É preocupante perceber que nenhuma dessas relações foi explorada até sua desconstrução. Essa ideia corrobora para a afirmação de que muitos dos obstáculos à aprendizagem dos alunos ainda são construídos a partir de acepções metafóricas e analógicas equivocadas. Podemos, para efeito de nossa discussão, diferenciar as analogias desse subgrupo de dois modos: analogias onde foram mapeados apenas aspectos semelhantes entre foro e tema e analogias onde aspectos semelhantes e distintos não foram mapeados.

Se nos detivermos nas situações II, VI e VIII desse subgrupo perceberemos que em todas elas foram evidenciadas as semelhanças entre foro e tema. Enquanto que nas situações I, III, IV, V e VII nem mesmo os aspectos em comum entre foro e tema se explicitaram. Entre essas últimas, a relação III significa uma metáfora que também não foi explorada.

Entre essas primeiras, a analogia II procurou esclarecer conceitos a respeito da digestão, especificamente do suco pancreático e bile. Relacionando a função desses líquidos digestivos com a de um detergente que ajuda na dissolução de gorduras, o professor mapeou os aspectos comuns entre foro e tema. As limitações dessa aproximação decorrentes das discrepâncias entre foro e tema foram ignoradas. Dessa forma, pode restar aos estudantes ideias equivocadas, como por exemplo, a possibilidade de se relacionar também cor, viscosidade, e até mesmo gosto dessas substâncias.

Na situação analógica VI, a atitude do professor foi de elencar as semelhanças entre os rins, considerados filtros do organismo, e o filtro doméstico que torna a água própria para consumo. Ao fazer isso, sinalizamos um importante movimento que busca levar os conceitos científicos ao encontro do cotidiano do aluno. Contudo, desprezadas as diferenças entre esses dois sistemas, o conhecimento se torna simplificado de forma censurável. Quando características como a estrutura celular dos rins e a complexa rede de vasos sanguíneos que compõem esse sistema não são ao menos evocados, dúvidas quanto à relação entre a vela e o filtro e os rins e o sistema urinário podem significar um inconveniente mais adiante.

Quando tomamos sob foco a situação VIII, também percebemos a mesma estrutura de utilização: o professor mapeia as características compartilhadas entre a língua do cão e o radiador de um carro. Ambos, segundo a fala do Professor 4, ajudam a resfriar o corpo do cão e o motor do carro, respectivamente. Supõe-se que as diferenças entre o motor de um carro e a boca de um cão estejam completamente claras para os estudantes. Mas o que nosso estudo tem mostrado, seja relacionando os resultados de outras pesquisas ou através de nossos próprios achados, é que nem sempre o que o professor presume estar claro e legitimado para os alunos o é de fato. A sondagem dos conhecimentos prévios do auditório a respeito do foro da analogia é essencial para que transferências indesejáveis entre esse e o tema não ocorram.

Ainda nesse subgrupo, passemos às situações onde não foram mapeados intencionalmente nenhum dos aspectos entre foro e tema. Se apenas o mapeamento das semelhanças entre os termos da analogia representa um fato preocupante, o não esclarecimento das diferenças entre esses termos traz ainda mais ressalvas à prática de ensino dos professores. Supor que o aluno já conhece as diferenças entre os termos envolvidos, como já dissemos, equivale a uma postura docente ingênua e perigosa. Assim como toda argumentação se refere a quem se deseja convencer, a utilização das técnicas ou recursos argumentativos também o é.

A linguagem analógica como meio de articulação do conhecimento científico requer uma série de considerações que não podem ser desprezadas pelo professor. O mapeamento é só uma dessas considerações e ainda sim a ausência dessa etapa pode significar o total fracasso da analogia enquanto ferramenta de ensino. Além disso, contribui diretamente para a criação ou dissolução dos indesejáveis obstáculos epistemológicos.

O último subgrupo, o das analogias expressas na Tabela 3, representa uma classe à parte de todas as demais analogias apresentadas. Sendo estas últimas lançadas ao discurso da

sala de aula quase que como por acaso e sem maiores discussões, as relações analógicas descritas foram utilizadas em sequência pelo professor em um número significativo de aulas do 9º ano. Muitas vezes justapostas, essas aproximações foram transversais a três temas estudados – *Números Quânticos, Distribuição Eletrônica e Ligações Químicas* – o que não ocorreu em nenhum dos outros casos, onde as analogias propostas constituíram momentos pontuais em cada uma das aulas.

A situação I se estende às analogias II, III, IV, VI e, indiretamente, a V. Essa sequência analógica tem como foro um guarda-roupa e suas gavetas para ancorar o tema representado pelo átomo e as camadas de sua eletrosfera. Dentro de cada gaveta, o professor sugere caixas que significariam os subníveis energéticos do átomo. Tomando como princípio o movimento proposto por Bachelard (1996) que vai do sensível à abstração total, é indiscutível o potencial dessa analogia para a ancoragem no momento concreto. A total falta de acesso ao átomo parece solucionada pela visualização do guarda-roupa e suas divisões.

Contudo, uma análise mais profunda nos permite avaliar que, sem a desconstrução da analogia, a abstração dos conceitos é tarefa quase impossível aos alunos. Prova disto é o fato de que, quando novas características, dinâmicas, são atribuídas ao átomo a aproximação é substituída por outra (analogia do relacionamento ou casamento). O guarda-roupa, as caixinhas e até as forminhas de gelo sustentam uma ideia de átomo estático, rígido e imóvel como o próprio armário. Mas esse átomo parece não corresponder ao mesmo onde elétrons são compartilhados entre eletrosferas de átomos diferentes. Para solucionar esse impasse, o Professor 4 assume o risco de abandonar a primeira relação analógica a promover sua desconstrução. Os impactos que isso pode desencadear na aprendizagem do aluno são variados e dependem da capacidade de cada estudante de completar o movimento de abstração. Supor o que o aluno sabe ou é capaz de fazer sozinho, como já dissemos, é um erro no qual nosso orador não deve incorrer.

Abandonado o guarda-roupa, o professor assume a analogia do relacionamento ou casamento para introduzir conceitos referentes às ligações químicas. Essa relação é muito complexa e leva os alunos a procurarem entre os elementos da tabela periódica características animais. Para estabelecer as ligações e formar moléculas, criam um relacionamento entre uma fêmea e um macho. Assim, quando um determinado elemento se comportar de forma diferente os alunos terão dificuldades em compreendê-lo e uma barreira poderá ser formada.

Bachelard (1996) nomeia esse obstáculo de animista^{XII} e esclarece que a intuição da vida pode se tornar um dado ofuscante para a formação do espírito científico. Isso sugere que essa tendência animista é nitidamente incompatível com o espírito científico. A busca pelo concreto, marcada pela experiência fortemente individualizada, está na contramão da abstração. Para o autor, “(...) a imagem animista é mais *natural*; logo, mais convincente. É evidentemente, porém, um falso esclarecimento” (Bachelard, 1996, p. 202).

Além de todas as inconveniências já discutidas sobre a analogia do relacionamento, resta ainda a ressalva de que, em nenhum momento, o movimento para a superação da analogia foi observado. Ao contrário disso, nem mesmo a metáfora adormecida que o termo *ligação*^{XIII} química sugere foi discutida. Apesar de conseguirem resolver os exercícios propostos pelo professor a partir da aproximação, nenhuma característica não compartilhada entre tema e foro foi apresentada. Restou aos alunos indícios de outras características que poderiam ser compartilhadas entre o casamento e a ligação química. Um burburinho até se estabeleceu para definir quem seria o *componente homossexual* da molécula de HCl (ácido clorídrico), formada pela ligação entre hidrogênio, “o elemento mais amigo da tabela periódica”, e o cloro. Essa discussão, além de preocupante pelo que ressoa nos processos de aprendizagem, é um tanto quanto desconcertante.

Embasados pela relevância da desconstrução da analogia, e mediante a percepção de que nenhuma das relações analógicas encontradas nas observações foi superada, inquieta-nos a ideia da possibilidade dos sujeitos não compreenderem o essencial papel desse fato na utilização desse instrumento argumentativo. Assim, adiantemos nossa discussão para a percepção dos professores a respeito do tema. Nosso diálogo também suscitou ideias pertinentes a esse respeito.

(Analogias) São coisas que eles guardam, às vezes até retratam isso em prova, porque não conseguem separar a analogia que você fez exatamente do conteúdo. Ele sabe que aquilo ali é ligado, mas o aluno escreve aquilo que você falou, e não o que está no livro. Ele guardou a analogia que você fez (EPE1).

(...) Igual essa questão do tijolinho, eu comparo: “pensa gente, numa parede. Mas, ó, cuidado porque a célula é viva, a célula tem uma fisiologia”. Então

^{XII} Relacionando-se àquilo que possui alma.

^{XIII} O próprio termo *ligação química* foi desenvolvido a partir da analogia do relacionamento.

você fala: “não vai colocar tijolinho lá, hein!” A ideia é essa, o tecido seria uma coisa mais ou menos assim (EPE1).

Vou até te contar um caso aqui para você abordar, mas aconteceu no Ensino Médio. Eu estava falando sobre as *Leis de Newton*, ação e reação, aí eu brinquei com os alunos a questão de Jesus Cristo, que ele deu o rosto. Se você está na rua, o cara te dá um tapa na cara qual é a sua reação? Você dá uma porrada na cara do sujeito. E Jesus Cristo não, ele teve a reação de dar a outra face. Eu fiz essa pergunta na prova e o aluno escreveu a situação de Jesus Cristo. (...) Então comecei a me preocupar em que ponto minhas analogias estavam fazendo diferença no conhecimento adquirido pelo aluno (EPE2).

(Sobre as analogias) Eu uso bastante, mas eu tenho muita cautela também. Por exemplo, nesse momento a gente está trabalhando os problemas ambientais, poluição do solo, do ar e da água. Aí é muito comum falar do problema ambiental ‘buraco na camada de ozônio’. Eu vejo um problema imenso nessa aproximação. Buraco seria uma analogia para estar falando da destruição da camada de ozônio, mas aí eu acho essa analogia muito complicada. Então, assim, é o tipo de analogia que eu corto. Eu tento cortar, porque vejo que isso lá no Ensino Médio traz uma concepção, um conceito errôneo. Como se fosse uma coisa estática, como se a camada de ozônio ou essa parte da atmosfera fosse uma coisa estática e tivesse buracos de fato. Então, a minha experiência no Ensino Médio me possibilita ver que conceitos que a gente trabalha aqui embaixo, às vezes um termo, o próprio termo buraco lá na frente leva toda uma deturpação de um conceito científico (EPE3).

O primeiro extrato do EPE1 vem realmente ao encontro de nossa inquietação a respeito do tema. O professor assume que a analogia auxilia o aluno na apreensão dos conceitos científicos. Entretanto, reconhece também que, muitas vezes, os estudantes não conseguem retirar os andaimes representados pelo raciocínio analógico nessa construção. Assim, no lugar de abstraírem o conceito científico, reproduzem a relação analógica como se fosse auto-explicativa. O aluno guarda a analogia, mas não o conceito em si. Isso sugere, apesar de implicitamente, que a linguagem analógica não foi desconstruída e passou a funcionar como uma muleta (ou andaime) que ampara o conceito sempre que este é evocado.

No segundo texto desse episódio de pesquisa, o Professor 1 nos exemplifica um caso em que ensaia um pequeno movimento em direção à superação. Ao sugerir para os alunos que a organização das células para formar um tecido é como uma parede de pequenos tijolos, acrescenta à analogia suas ressalvas: “não vai colocar tijolinho lá, hein!”. Assim, esclarece que a anatomia do tecido seria dessa forma, mas que as células apresentam uma fisiologia e são vivas. Seguindo o raciocínio já citado muitas vezes aqui, a desconstrução dessa relação deveria passar por situações em que semelhanças e diferenças seriam mapeadas a fim de que

os estudantes possam compreender em que sentido as células se organizam como tijolos em uma parede e em que sentido diferem dessa organização.

O EPE2 traz um exemplo oportuno de como o raciocínio analógico pode, no lugar de potencializar, comprometer a aprendizagem dos alunos. O professor utiliza uma passagem da história de Jesus Cristo para introduzir os conceitos de ação e reação relacionados às Leis de Newton. Apesar de ser uma história amplamente conhecida, característica importante que deve ser atribuída ao foro da analogia, apresenta várias interpretações de acordo com o ponto de vista religioso-ideológico que veicula. Somada essa ideia controversa à complexidade dos conceitos propostos pela lei física estudada, o resultado já era esperado: houve alunos que nem sequer conseguiram compreender que o que se estava tentando ensinar era Física, e não a história bíblica.

O Professor 1 e o Professor 2 assumem que a forma como a analogia é conduzida interfere, até de forma negativa, na aprendizagem dos conceitos científicos, o que pode ser considerado um aspecto relevante para nossa discussão. Isso sugere, em certa medida, que algumas reflexões sobre os limites e características desse recurso argumentativo já estão sendo percebidas pelo professor. O fato de os alunos reproduzirem nas avaliações as aproximações que lhes foram apresentadas pelo professor corrobora para essa reflexão. Contudo, no lugar da tentativa de extinguir o uso da analogia como instrumento para a construção do conhecimento, atitude que também foi relatada pelos professores nas entrevistas, seria preferível que as desenvolvessem, que as desconstruíssem.

No EPE3, a professora alerta para o que chama de “deturpação de um conceito científico”. Ao fazer isso, salienta que a construção do conhecimento é um processo contínuo e que, muitas vezes, conceitos mal trabalhados constituem entraves para a compreensão de novos conceitos. Essa afirmação se relaciona com a ideia de obstáculo epistemológico proposta por Bachelard.

Ao dizer que “esse é o tipo de analogia que eu corto”, a professora sugere esforços no sentido de desconstrução da analogia. Mesmo que a expressão “eu corto” pareça significar que a Professora 3 exclui de suas aulas a relação analógica, não é isso o que acontece. O conceito buraco na camada de ozônio não deve ser excluído das aulas de Ciências. Ao contrário, o que percebemos é a tentativa de esclarecimento por parte dos estudantes sobre porque se usa o termo buraco nesse caso, em que sentido a destruição da camada de ozônio se assemelha a um buraco e em que sentido difere.

A partir dos sentidos construídos pelos professores a respeito dos limites da analogia como recurso argumentativo, é possível perceber uma preocupação nessa direção, mesmo que ainda inconsciente. Agora nos parece importante que compreendamos como os professores se relacionam com as analogias que propõem. Isto significa identificar quais fontes analógicas são utilizadas por eles. Na seção seguinte, nos deteremos nessa questão.

5.2 O PROFESSOR, SUAS ANALOGIAS E OUTROS RECURSOS ARGUMENTATIVOS

Quando nos dedicamos ao estudo da analogia como recurso argumentativo, é importante que nos preocupemos com a relação entre o professor e as aproximações analógicas que propõe. Alguns estudos já sugeriram que grande parte delas ainda provém do livro didático. Contudo, buscamos nossa própria percepção sobre o assunto.

Discutir sobre essa relação requer um esforço minimalista em conciliar informações a respeito dos sentidos construídos pelos sujeitos sobre o tema e atitudes que já se tornaram mecânicas para eles. Essa reflexão será também uma costura de fatos que circulam entre as entrevistas dialógicas e a observação mediada. Acreditamos que, transitando entre essas informações, conseguiremos lançar luz sobre a questão que se refere a como o professor adquire, no sentido de se apropriar e reproduzir, o raciocínio analógico que propõe a seus alunos.

Para isso, tomemos como ponto de partida as seguintes situações.

Eu lembro que quando estava na Universidade, uma vez o professor criticou que uma professora de 1ª a 4ª séries tivesse comparado a célula com um tijolinho, uma parede de tijolos. Desde então, venho observando essa situação e ainda comparo até hoje. Lógico que você tem que estar pegando a fisiologia toda da célula, mas sinceramente não consigo concordar com ele, com a crítica que ele fez. Porque eu acho que é uma forma; e uso muito esse tipo de comparação. Acho que isso é importante. Lembro-me disso até hoje, dele fazendo essa crítica, e no entanto penso que é uma forma que você tem, às vezes alguns recursos para estar fazendo com que o aluno imagine aquilo, porque imaginar, ter um parâmetro é muito difícil (EPE1).

(Sobre a possibilidade de os alunos proporem analogias) Tem aluno que tem essa criatividade e tem muita coisa que a gente aproveita deles mesmos. “Se teve numa sala vou aproveitar na outra também, porque isso foi interessante!”. O tempo que tenho de dar aula muita coisa já acumulei nisso, se você me perguntar uma por uma é capaz de eu não te falar. Mas no

decorrer da aula a gente lembra. Dá para ir coletando um bocadinho, e muita coisa você vai ter que ir deixando para traz (EPE1).

A escola adota um livro que não usa muitas analogias. Até porque o autor é um pesquisador também da área de Educação que tem artigos sobre o assunto, inclusive ele trabalha com críticas ao livro didático. Eu não fico muito presa ao livro. Assim, não percebo nada gritante em relação a analogias, acho até que é em função desse senso crítico dele (EPE3).

A gente estava estudando síntese de proteínas, que é um processo bem complexo, que envolvia parte da Genética, um pouco da parte de Biologia Molecular. Eu me esforçando para explicar toda aquela parte lá no RNA mensageiro, RNA transportador. Explicando aquilo e aí ninguém entendendo, eles olhando para mim, e eu explicava de novo. Aí comecei a criar, assim, do nada. Nunca tinha pensado sobre isso, foi uma coisa, assim, aquele *insight*: “então imagina, por exemplo, uma fábrica da Coca-Cola. A receita da Coca-Cola é uma coisa super secreta e tem que ficar guardada num lugar específico, que no caso da célula...”. Comecei a fazer uma analogia com a célula: que no núcleo havia uma receita para se fabricar todos os componentes dos seres vivos, como uma receita para fazer a Coca-Cola, que é única. Daí eu comecei comparar o RNA mensageiro com os operários que iam levar a receita para fora, para poder trazer os ingredientes. O RNA transportador, os funcionários da fábrica que estariam encarregados de estar trazendo os ingredientes. E aí fui explicando. Eles próprios ficaram surpresos de ver como aquilo fazia sentido dentro de outro contexto - o da célula. Aí eu fiquei: nossa, como isso é fantástico! Como a gente pode usar essas analogias e realmente fazer com que o aluno compreenda o que é extremamente complexo (EPE3).

O primeiro extrato do EPE1 nos surpreendeu. Ao contrário do que muito se prega, o sujeito vivenciou ainda em sua formação inicial uma discussão acerca da linguagem analógica no ensino de Ciências. Relembrando a posição de seu professor, contrária à utilização da analogia que estabelece uma relação entre a organização celular e uma parede de tijolos, o sujeito argumenta perante si e sustenta sua própria conclusão: não concorda com o ele.

O motivo pelo qual nosso sujeito e seu professor não concordaram diz respeito aos limites da relação proposta. Contudo, esse movimento de reflexão ainda nessa etapa de formação não é relatado pelos demais sujeitos. A presença de discussão sobre o papel da linguagem, seja ela analógica ou mediada por qualquer outro recurso, nos parece de extrema importância para a constituição do professor de Ciências. Isso se deve ao fato de que grande parte da prática de ensino se constrói nesse ponto de sua formação. Além disso, a graduação tem grande responsabilidade em possibilitar vivências que agreguem senso crítico aos futuros professores.

O Professor 1 ainda relata que a discussão é lembrada por ele até hoje, quase trinta anos após ter acontecido. Isso se deve ao fato de que ela produziu sentidos que ainda são recordados e experimentados cada vez que se propõe a utilizar essa aproximação: “lógico que você tem que estar pegando a fisiologia toda da célula”. O mais importante é a possibilidade de que essa mesma tendência crítica acompanhe às demais analogias que o sujeito venha a propor a seus alunos.

O segundo texto, ainda do EPE1, é relevante no sentido de que confere um valor de destaque ao discurso dos alunos, pois eles também propõem suas analogias. Estas podem e são utilizadas em outras turmas para explicar os mesmos conceitos. A importância delas é, assim, dupla. Na medida em que conferem potencial epistêmico ao discurso dos alunos, ainda se apoiam em foros já conhecidos por eles.

Destacamos, então, duas fontes importantes de apreensão do raciocínio analógico por parte do professor: os discursos que perpassam sua formação inicial e o próprio discurso dos alunos. O Professor 1 assume que muito do que é dito ou proposto pelos estudantes de uma turma não é válido para os demais. Dessa forma, é o bom senso mediador que avaliará a viabilidade de cada instrumento. O importante é que a analogia seja desconstruída, independente de seu emissor.

O EPE3 traz novos aspectos para nossa discussão. O primeiro extrato diz respeito às aproximações analógicas do livro didático, e o segundo delibera sobre o uso espontâneo delas. A relação do professor com o livro didático é complexa e já foi explorada em exaustão por variados prismas. Nossa intenção não é questionar ou qualificar tal relação, mas apenas pontuar sua influência sobre o uso da analogia como recurso para o ensino e aprendizagem dos conceitos científicos.

Nesse primeiro texto, a Professora 3 relata a situação experimentada com o livro de Ciências adotado pela escola. Ela argumenta que o próprio autor é um crítico do ensino com analogias e que, por isso, sua presença é pouco observada. Destacamos a estreita relação que o sujeito mantém com o manual didático. Apesar de não se ater exclusivamente a ele como instrumento único de planejamento e execução das aulas, a professora reconhece até mesmo a perspectiva teórica de seu autor, o que defende ou repudia.

A partir de tantas discussões e críticas já lançadas sobre o uso de analogias na educação em Ciências, pode parecer preferível a atitude de excluir por completo essa técnica argumentativa do livro didático. Porém, essa não é a posição que defendemos. Mesmo que seu

conteúdo não seja veiculado pela linguagem analógica, ela ainda permeará o ensino dos conceitos científicos. Isso se deve ao fato de que o próprio conhecimento científico se serviu e ainda se serve dele durante sua própria construção. As analogias e metáforas desempenham, como já dissemos, importante papel na história da ciência. Além disso, o raciocínio analógico faz parte dos processos cognitivos de criação, intuição, indução e aprendizagem. Por esses e outros motivos, concordamos que a analogia deve ser utilizada, pensada, criticada e superada.

O fato narrado pela professora no EPE3 nos remete ao momento em que uma analogia foi criada de forma espontânea por ela. Ao perceber a dificuldade dos alunos em compreenderem e assimilarem os conceitos sobre síntese protéica, buscou um modo de ancorar o novo conhecimento. Nesse movimento, a percepção da distância entre os discursos de professor e alunos é imprescindível. Diante dessa distância, a Professora 3 articula o raciocínio analógico quase que espontaneamente.

Após esclarecer os termos constituintes da analogia, isto é, tema e foro, segue pela via de sondagem dos conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do foro proposto. Não é possível perceber, a partir do relato da professora, se ela conclui com a desconstrução da relação. Entretanto, a ideia que se traduz na compreensão demonstrada pelos alunos é satisfatória.

Com base nesses dois últimos extratos, percebemos que, além das fontes tradicionalmente conhecidas como o livro didático, os professores ainda têm momentos espontâneos de criação das aproximações analógicas. Para agregar novos sentidos a essa discussão e reforçar outros, tomaremos por base informações trazidas de situações vivenciadas durante a observação. As relações que se seguem complementam Tabela 2 da seção anterior, referindo-se às analogias apresentadas pelo professor e que não se comunicam entre si.

Mitocôndrias – “são usinas” que fornecem energia para todas as atividades, é onde ocorre a respiração celular. Esta energia vem dos alimentos.

Analogia retirada do livro didático do 7º ano e reproduzida pelo professor na sala de aula.

A analogia que estabelece uma relação entre as mitocôndrias e uma usina é amplamente encontrada nos manuais didáticos. O fato de tal relação ser também expressa no livro parece conferir a ela também o *status* de conhecimento científico, como se o conceito – a organela celular – dependesse intrinsecamente da analogia. Assim, ao reproduzir a aproximação na sala de aula durante as discussões sobre o tema *Citologia*, o Professor 4 não acrescentou nenhuma nova informação ao conteúdo do livro.

As iniciativas de mapeamento de semelhanças e diferenças entre foro e tema também não foram observados. Há tanto tempo na literatura de Ciências, parece restar a impressão de que não existem dúvidas sobre a relação estabelecida nessa analogia. Entretanto, o foro *usina* pode ser bem controverso. As atividades das usinas são diversas e cada uma delas pode povoar o imaginário dos alunos de modo a dificultar a compreensão do conceito. A desconstrução da analogia desempenha papel indiscutível nesse sentido.

Além da membrana plasmática, que é muito fina, parece que as células vegetais apresentam “capas protetoras”, são as **paredes celulares**.

Analogia retirada do livro didático do 7º ano e reproduzida pelo professor na sala de aula.

Nesse segundo caso, as *paredes celulares* são sugeridas como capas que protegem a célula. Ora, uma capa pode ser de diferentes formas: de plástico, pano, couro. Tudo vai depender contra o que ela se propõe a proteger. O fato do termo “capas protetoras” estar entre parênteses, assim como o termo “usinas” no box anterior, já sugere um sentido diferente do costumeiro para a expressão, mas o esclarecimento sobre a natureza da proteção e da própria capa não foram observados no texto do livro ou na fala do professor. Assim, a desconstrução também significaria o esclarecimento dessas características.

Todos esses aspectos, periféricos a uma primeira vista, contribuem para a criação de obstáculos que dificultam a apreensão da dinâmica celular. Essa apreensão geralmente depende da capacidade do aluno em abstrair todas as características das organelas celulares, estudadas separadamente. Contudo, se no estudo de cada uma delas, ou pelo menos em

algumas delas, a capacidade criativa do estudante não for limitada ao objeto de estudo, é de se esperar que tenham dificuldade em conciliar tantas idiossincrasias morfofuncionais.

As células e tecidos usam os alimentos como combustível, assim como o motor de um carro, moto ou avião usam a gasolina, álcool ou querosene. Quando o combustível acaba, os motores param. Se você parar de comer, não morrerá imediatamente, mas seu corpo usará a “comida” armazenada até esgotá-la.

Analogia retirada do livro didático do 8º ano e reproduzida pelo professor na sala de aula.

Encontramos novamente a analogia que relaciona o organismo humano e seu funcionamento ao motor de um carro. Equiparar o homem e a máquina, como já dissemos, pode representar um grande entrave ao entendimento de questões características do ser humano. Isso se deve ao fato de que o homem não é uma máquina, pois sofre influência de outras questões além das biológicas, como a social e a psicológica. Essas discrepâncias seriam irrelevantes para a funcionalidade da aproximação analógica se tivessem sido mapeadas como não compartilhadas entre tema e foro. Entretanto, não foi o que observamos.

Além de não chamar atenção para as diferenças acima citadas, o Professor 4 subutiliza também os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do foro da analogia – o motor de um carro e os combustíveis utilizados por ele. Porém, o que mais nos mobiliza é a visão simplista de ciência expressa pela relação. Quando não exploradas suas limitações, a relação analógica produz sentidos que limitam os aspectos humanos ao biológico. Sua desconstrução seria indispensável nesse contexto.

Imagine se os alimentos pudessem contar o que sofrem quando passam pelo sistema digestório. Talvez uma banana dissesse:

- Estão tirando minha roupa e estou entrando numa caverna (boca).
- Ai, estou sendo cortada e amassada (ação dos dentes).
- Socorro, que movimento maluco é este que me faz passar de um lado para o outro? (ação da língua). E como se não bastasse, estou recebendo jatos de líquidos que me deixam mais mole ainda (ação da saliva) e, estranho, estou ainda mais doce (a enzima amilase ptialina começa a agir sobre o amido da banana, transformando-o em glicose)!
- Ai..., agora estou sendo empurrada para trás. Nossa, que decida incrível nesse tobogã!

Analogia retirada do livro didático do 8º ano e reproduzida pelo professor na sala de aula.

A analogia da viagem explorou mais aspectos que a anterior. Apesar de trazer explícito um argumento animista, ao final de cada proposta analógica, sinalizou o conceito correspondente. Isso poderia ajudar a limitar o pensamento dos alunos às situações desejadas. Somada à atividade do professor, que precisou os aspectos compartilhados entre tema e foro, a relação estabelecida contribuiu para a discussão envolvendo os conceitos científicos.

Apesar de as diferenças entre tema e foro não terem sido exploradas pelo sujeito nem questionadas pelos alunos, a aproximação significou um momento descontraído de aprendizagem. Ao final da discussão, o Professor 4 sugeriu um esquema de como seria, retirados os componentes do foro, o caminho percorrido pelo alimento da boca ao estômago durante o processo de digestão.

Afastados, então, os andaimes, isso poderia significar a superação da analogia. Entretanto, percebemos que sem o mapeamento das características não compartilhadas entre tema e foro os alunos não conseguem *saltar* para a desconstrução e conseqüente abstração. Eles tomam o esquema, no qual os andaimes proporcionados pela proposta analógica foram retirados, como a proposição de novos conceitos, diferentes dos anteriores expressos na

viagem pelo sistema digestório. A partir daí, sugerimos que essa e as demais analogias foram apresentadas como fatos legítimos e incontestáveis, e não como argumentos passíveis de refutação.

Concluimos, então, que a maioria das relações analógicas propostas pelo sujeito do EPO aos seus alunos provém de uma fonte distinta do livro didático adotado na escola. Das variadas aproximações expressas na Tabela 2 e na Tabela 3 da seção anterior, somente quatro foram reproduzidas a partir do livro. Inquietou-nos essa percepção, que procuramos esclarecer com base do EPE4.2.

Buscamos, então, compreender porque o professor opta por uma aproximação em detrimento de outra. Ainda nesse contexto, qual seria em sua prática de ensino a relação entre a analogia e outros recursos argumentativos, como comparação, modelo e exemplo? Seria possível um diálogo consciente entre eles? Perseguimos, sem garantia de sucesso, as respostas a essas questões.

(...) Conforme eu vou percebendo que eles estão compreendendo sem a analogia vou fazendo outras relações. (...) Nem sempre faço a mesma analogia todos os anos. Tem a turma X, aí eu vou soltando a matéria para eles. Conforme percebo que eles vão acompanhando, uso a analogia A ou B. Se percebo que eles ainda estão com alguma dificuldade, uso uma outra analogia para facilitar. (...) No caso da turma do 9º ano, aquela analogia (do guarda-roupa) foi feita na hora. Talvez se a turma tivesse continuado sem entender, eu trouxesse numa aula no laboratório as caixinhas e alguma coisa representando os elétrons. Mas eu nunca senti a necessidade disso (EPE4.2).

Com relação à analogia do guarda-roupa, o professor esclarece que foi criada espontaneamente no momento em que percebeu a dificuldade dos alunos em compreender os conceitos propostos, tão abstratos e inacessíveis. Essa descrição, mesmo não esclarecendo por completo a fonte de onde o sujeito apreende as analogias que propõe, nos permite vivenciar um movimento argumentativo que vai ao encontro de nossa percepção inicial. Posto que pretende ter como admitidos os conhecimentos que apresenta aos estudantes, o professor, na qualidade de orador, enxerga a necessidade da utilização de algum recurso que privilegie a abstração e a aprendizagem.

Mesmo que não intencionalmente, o professor possui enraizado em sua prática de ensino um arsenal de relações e aproximações que lhe foram apresentadas ao longo de sua formação escolar e docente. É provável que grande parte delas integre esse arsenal que emerge em momento oportuno. Isso não significa necessariamente um plágio, pois para o

professor essa é uma tendência espontânea. A analogia do guarda-roupa, que “foi feita na hora”, poderia lhe ter sido sugerida de várias formas em outros momentos. Isso não lhe tira o mérito ou a responsabilidade pela adequação e utilização da mesma.

Diante da quantidade significativa de analogias utilizadas parece não restar dúvidas da representatividade dessa técnica no contexto discursivo da sala de aula. Além dela, outras ferramentas argumentativas se apresentaram nas observações, em constante diálogo com a primeira. Numerosos foram também os exemplos propostos aos alunos como instrumento para a aprendizagem. A relação entre eles e a linguagem analógica foi ilustrada em alguns momentos da pesquisa. Mas existiria uma condição que determinaria a utilização de um recurso e não o outro? Encontramos, a partir das vivências no 6º ano, um ponto de partida para essa discussão.

A permanência nessa turma nos mostrou por parte do professor certa dificuldade na introdução e ensino dos conceitos científicos. Em conversa, o sujeito nos assumiu: “essa é a turma com que tenho mais dificuldades didáticas, pois os alunos são imaturos e não conseguem compreender o que eu falo” (EPO).

Assim, restou-nos a percepção de que deveria, pelo motivo apresentado e diante da proposta dinâmica de aprendizagem que representa, ser a analogia uma presença constante nessa turma. Porém, não foi o que observamos. A turma do 6º ano foi a sala de aula em que ela esteve mais ausente, sendo o exemplo o recurso mais corrente. Sobre isso, o professor nos esclarece:

Eu acredito que, para o processo cognitivo dessas crianças, você dar exemplos ligados ao cotidiano delas fica mais fácil. A analogia nesse caso, por serem crianças mais jovens, acho que ainda não é o ideal. (...) É uma escolha que faço conscientemente. E o livro didático nessa turma me ajuda também nesse sentido, porque tem mais exemplos. (...) Essa é uma característica do livro em geral (EPE4.2).

Parece existir uma tendência consciente por parte do sujeito que escolhe o exemplo em detrimento da analogia. Ele recorre ao desenvolvimento cognitivo dos estudantes nessa faixa etária para justificar a escolha. Como já dissemos, o exemplo é uma técnica de ligação que se funda na estrutura do real. Para Perelman e Olbrechts- Tyteca (2005, p. 400), “em ciências, os casos particulares são tratados, quer como exemplos que devem levar à formulação de uma lei ou à determinação de uma estrutura, quer como amostras, ou seja, ilustração de uma lei ou de

uma estrutura reconhecidas”. Assim, a partir de um caso particular, o exemplo estabelece uma regra que pode ser generalizável. Ademais, os exemplos do cotidiano aproximam o universo dos alunos da linguagem científica, movimento geralmente fecundo à aprendizagem.

A título de ilustração, podemos recorrer ao episódio da observação em que um exemplo cotidiano foi utilizado pelo professor em um debate sobre a cadeia alimentar e seres decompositores. Esse exemplo funcionou como alavanca para o pensamento indutivo, possibilitando que novos sentidos fossem produzidos pelos estudantes a respeito do tema. Após falar sobre a decomposição dos seres vivos na natureza, o Professor 4 citou a decomposição do corpo humano após a morte. Um conflito foi criado, argumentando os alunos que o homem é enterrado em cemitérios, e não deixado na natureza como os animais. Os estudantes articularam exemplos e se aproximaram da ideia de que o homem também é um animal da cadeia alimentar e, a partir disso, também sofre ação dos seres decompositores ao morrer. Esse pequeno debate possibilitou que os alunos identificassem o homem como ser participante das relações ecológicas.

A concepção expressa pelo Professor 4 de que o exemplo seria mais adequado que a analogia ao desenvolvimento cognitivo dos alunos do 6º ano nos parece, porém, infundada. Se a relação analógica precisa ser desconstruída para que a abstração e apreensão dos conceitos científicos se efetue, o exemplo também apresenta suas ressalvas. Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005) sugerem que, para que o exemplo desempenhe o papel de regra, é necessário um acordo prévio sobre a própria possibilidade de generalização a partir do caso particular. Assim, se o foro da analogia precisa ser um consenso para que possa ancorar o tema, o pensamento indutivo, evocado no exemplo, também se vale do consenso. A complexidade desse recurso não deve ser ignorada.

Assim, os conteúdos que mais se utilizaram da proposta analógica foram os que remetem ao microscópico ou abstrato (Citologia, Histologia e os demais relacionados a essas áreas, característicos do 7º ano e 8º ano; e átomo e ligações químicas no 9º ano), sugerindo auxílio na visualização. A aproximação entre os discursos da sala de aula, no 6º ano, foi mediada principalmente pelo exemplo. Sobre isso, além da justificativa expressa pelo professor no EPE4.2, nosso diálogo sugeriu um outro motivo.

O Professor 4 tem também formação em Medicina Veterinária, como já mencionado na contextualização desse sujeito. Desse modo, parece transitar de forma distinta entre os conteúdos que se relacionam diretamente com essa formação – seres vivos, biomas, doenças,

atividade científica. Isso se reflete na maior utilização de exemplos nesses temas, retirados do próprio cotidiano do professor: atividade médica como exemplo de atividade científica; doenças caninas como exemplo de infecção ou infestação por microorganismos; predação entre carrapatos e gado e etc. Essa percepção também se estende a alguns foros das analogias propostas, como a estabelecida entre a língua de um cão e o radiador de um carro. Esse é um fato de extrema relevância: assim como os alunos se valem das relações cotidianas do conhecimento como meio que favorece a aprendizagem dos conceitos científicos, o professor também se utiliza dessas relações no ensino desses conceitos.

A ideia de que os exemplos e analogias ligados ao próprio cotidiano do professor foram mais frequentemente observados, também pode ser extrapolada para as turmas do 7º ano e 8º ano. Já no 9º ano, os conteúdos foram geralmente apresentados de forma literal e linear, através da demonstração, ou por meio de relações analógicas. Isso nos remete a outra questão, intimamente ligada ao raciocínio por analogia na aprendizagem científica. Por se tratar de conceitos extraídos principalmente da Química, o professor de Ciências parece não dialogar diretamente com eles. Sua relação com esses tópicos é sempre mediada por uma analogia ou exemplo. Assim, o professor também não tem abstraídos tais conceitos, mas os tem sempre ligados a alguma coisa. Provavelmente, em alguma etapa de sua formação docente ou escolar, esse conhecimento químico lhe foi assim apresentado. Ao introduzir esses temas no discurso da sala de aula, o sujeito só o consegue através de uma via demonstrativa ou analógica.

A comparação também foi uma técnica argumentativa amplamente observada. Sendo, segundo classificação empreendida por Perelman e Olbrechts-Tyteca (2005), um argumento quase-lógico, sua utilização demanda esquemas cognitivos distintos dos exemplos e analogias. Esse tipo de argumento pretende certa força de convicção devido à sua proximidade aos raciocínios lógico-formais. A comparação entre o retículo endoplasmático liso e as mitocôndrias, observada no 8º ano, sugere que ambas são estruturas celulares de transformação. Podemos perceber que os dois termos da comparação não provêm de domínios distintos, como na analogia.

Diferentemente dos raciocínios formais, expressos de forma demonstrativa, que são incontestes e independem do orador, a comparação é um argumento *quase*-lógico. Isso significa dizer que, apesar de sua aparência demonstrativa, há apenas um esforço de redução ou precisão. Entretanto, não foi observado nenhum movimento do Professor 4 ou por parte

dos estudantes no sentido de questionar a validade das comparações sugeridas. Na maioria das vezes, nos episódios que compõem o EPE4, o sujeito fez referência à comparação como se fosse uma analogia, sugerindo a dificuldade em reconhecê-las e incidindo, como já dissemos, em erro muito freqüente.

Os modelos também dividem, com as analogias e exemplos, a classe dos argumentos que fundamentam a estrutura do real e que perpassam o tema da aprendizagem de Ciências no contexto estudado. Apesar de Perelman e sua Teoria da Argumentação evocá-los nos momentos em que deliberam sobre pessoas e ações, nos detivemos, porém, no estudo dos modelos de representação analógica da realidade. Nesse contexto, duas situações chamaram nossa atenção. Ambas foram observadas no 9º ano. A primeira delas diz respeito aos *modelos atômicos* e representa de forma clara concepções sustentadas pelo Professor 4 sobre o ensino de Ciências.

O livro didático dessa turma traz um histórico dos modelos propostos para a estrutura atômica. Nesse histórico, estão presentes, sem ilustrações esquemáticas próprias, as ideias de John Dalton, Ernest Rutherford e Niels Bohr. Por fim, assume-se o modelo de Rutherford-Bohr, cuja ilustração também não está explicitamente sugerida no livro, como a estrutura mais utilizada para fins didáticos. Não ignorando a imensa controvérsia conceitual em que essa afirmativa se insere, optamos por nos concentrar no que isso representa para nosso estudo^{XIV}.

Desprezando a discrepância conceitual, preocupou-nos o fato de o Professor 4, nos resumos que disponibilizou na lousa e em sua fala na sala de aula, ter se concentrado em apenas um desses modelos. Quando questionado sobre o fato:

Eu me concentrei na apresentação didática do modelo de Rutherford-Bohr, porque eu acho que é a mais explícita e perfeita. Por isso eu trabalho sobre ela. (...) Eu já cheguei a citar em anos anteriores os outros modelos, mas parece que passam por alto, eles não se identificam com os outros e não se atentam para eles (EPE4.2).

Mesmo que os modelos atômicos venham a ser estudados com maior ênfase somente no 1º ano do Ensino Médio, ignorá-los não traz nenhum benefício aos alunos. Ao contrário,

^{XIV} Existe um grande debate no campo do ensino de Ciências e do ensino Química sobre o que cerca o estudo dos modelos atômicos. Há os que defendem a necessidade de ensino de modelos mais complexos mesmo para as séries finais do Ensino Fundamental. Outros, entretanto, argumentam que o estudo das primeiras ideias sobre o assunto já seriam suficientes nessa etapa escolar.

concorre para criar neles a ideia de ruptura, tão criticada no ensino de Ciências, entre uma série e outra. Quanto à ideia defendida pelo professor de que os estudantes “não se identificam com os outros (modelos) e não se atentam para eles”, ela parece desprezar a importância desempenhada pelas relações históricas do conhecimento científico na aprendizagem. A tarefa de aproximar os alunos dessa história é atribuída ao professor, que como orador deve trazer à presença esses aspectos da cultura científica. Essa postura contribui para o estigma de ciência estática e fechada.

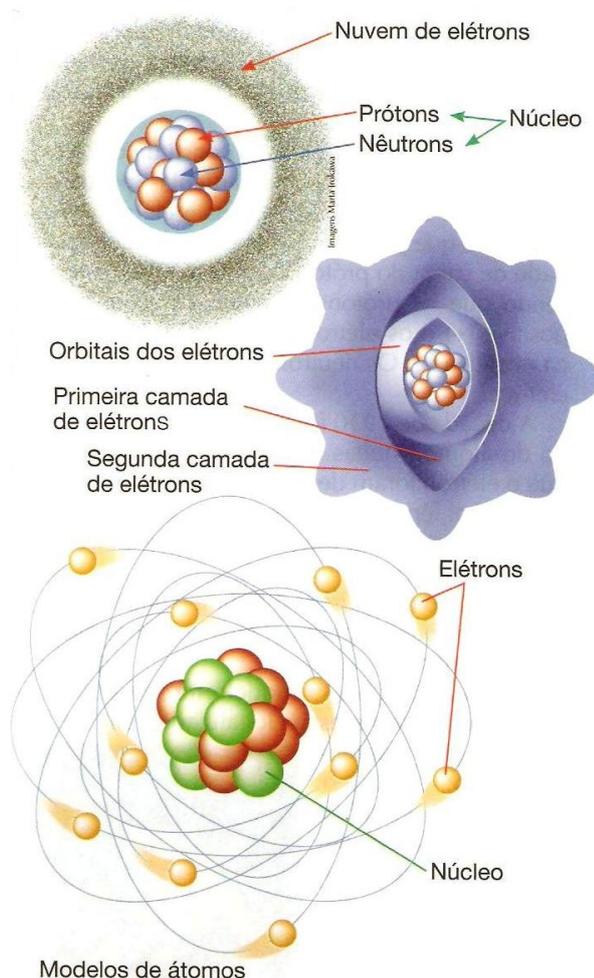


Figura 15: Modelos atômicos, de acordo com o histórico da estrutura atômica, presentes no livro didático do 9º ano

Dotar o conhecimento científico de seus aspectos históricos não é perda de tempo no espaço escolar. Essa atitude reafirma a demonstração como forma de expressão do discurso da

ciência no ensino. O esforço que se tem empreendido para desfazer a ideia de conhecimento dado, no sentido de não construído, ilustra essa preocupação. Além disso, também faz parte da utilização do modelo como ferramenta para a aprendizagem sua desconstrução, a fim de perceber as conjecturas científicas que levaram à sua elaboração.

Ainda nesse contexto, outra situação em que o modelo foi tomado sem maiores críticas sobre seu potencial para o ensino foi observado na sala de aula do 9º ano. Uma dinâmica utilizando balões de aniversário teve por objetivo a organização e visualização dos átomos em moléculas. Dessa forma, os balões representariam os átomos e seu agrupamento em conjuntos, as moléculas. O modelo se pretende universalizável a todas as moléculas e átomos. As diferentes cores dos balões significariam os diferentes tipos de átomos. Essa dinâmica veio ao encontro das analogias do guarda-roupa e do relacionamento. Quanto a nossa inquietação sobre a origem do modelo proposto,

Este foi “enlatado”. (...) Eu tirei aquela ideia de um livro didático. Um livro do Ensino Médio que tinha uma parte separada sugerindo esta atividade, fazendo uma comparação entre os balões e os átomos (EPE4.2).

Para a percepção sensível e concreta da organização dos átomos em uma molécula, o potencial desse modelo é relevante. Os estudantes podem compreender, através da manipulação do concreto, as proporções numéricas e atômicas em cada molécula. Porém, as diferenças entre os átomos e balões não foram contempladas no modelo nem em sua aplicação. As cores dos balões utilizados eram inferiores à quantidade de elementos da tabela periódica. Esse fato não foi questionado por nenhum aluno nem sugerido pelo Professor 4. Os alunos poderiam apreender a ideia de que cada átomo tem uma cor definida que é observável, visível. Todos esses aspectos, assim como nas analogias, podem se tornar um obstáculo para um conhecimento futuro e complexo da estrutura atômica e até mesmo das ligações químicas.

Sempre que o professor enxerga em uma analogia, modelo ou exemplo do livro, ou outros manuais didáticos, um instrumento para a aprendizagem deve questionar, primeiro, sua adequação ao conteúdo e aos acordos prévios de cada auditório. Depois disso, seus limites devem ser vislumbrados, para que só assim o professor possa selecionar quais técnicas seriam auxílio e quais seriam empecilho à aprendizagem. Respeitando sempre a ideia de que a desconstrução do recurso também faz parte de sua apreensão.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A concepção absolutista sobre a ciência na prática de ensino dos professores acaba por se tornar um contundente obstáculo à implementação de panoramas didáticos diferenciados. Perelman, a partir de uma filosofia regressiva, não considera os elementos diversos dos sistemas filosóficos como referências absolutas. É com base nesse pluralismo, oposto a uma ideia de razão que se dedica apenas ao exame das provas formais, que nos dedicamos ao exame dos fatos pesquisados. Cientes da capacidade das analogias enquanto ferramentas argumentativas de ensino, que se amparam nos conhecimentos prévios dos alunos e torna possível a abstração de conceitos inacessíveis, agora temos o desafio de retomar nossa questão inicial e concluir, a partir de tudo o que foi narrado, como analogias e metáforas são utilizadas pelo professor como instrumento para favorecer a aprendizagem dos conceitos científicos.

Nossa análise nos permite afirmar que o raciocínio analógico influencia a aprendizagem de duas formas consideravelmente distintas – a pedra com potencial para edificar é a mesma que pode vir a se tornar barreira intransponível. O que deve ser salientado nessa reflexão é que os professores não têm conhecimento aprofundado sobre o assunto. Apesar das discussões conduzidas sobre o tema, percebe-se que os modelos de utilização analógica tão pesquisados e debatidos não estão presentes nas salas de aula dos Professores 1, 2, 3 e 4. Isso reforça a dissonância entre as pesquisas em educação em Ciências e o próprio ensino. Essa falta de diálogo não é exclusividade das analogias, mas uma tendência observada na educação em geral. Entretanto, essa distância traz significativas consequências.

O mapeamento da estrutura da analogia que sugerimos também se mostrou novidade. Sem a compreensão de que existem fases que regem o uso da aproximação analógica como meio para o ensino, a possibilidade da sedimentação de obstáculos epistemológicos se faz cada vez mais presente. Sendo assim, a introdução descompromissada dessas ferramentas ignora a importância dos conhecimentos prévios dos estudantes, uma vez que o consenso sobre o que ancora a conclusão é a chave para a criação da relação entre foro e tema. As situações que compõem a Tabela 2 ilustram essa afirmação: sem uma prévia sistematização, as analogias foram lançadas ao discurso da sala de aula sem nenhuma sondagem prévia a respeito de seus foros.

Ainda nesse contexto, a utilização de foros conhecidos pelos alunos não garante a ancoragem dos conceitos científicos. Isso porque, sem o relevante mapeamento de semelhanças e diferenças entre tema e foro, a desconstrução da analogia passa a significar uma tarefa exclusiva do aluno e, por isso, incerta. Sem essa desrealização, o que se observa é que a relação analógica passa a funcionar apenas como um meio para a visualização, concreta, do conceito científico abordado. A subutilização da analogia, que despreza sua complexidade, impede na maioria das vezes que ela seja superada, abrindo caminho à abstração.

Obstaculizada a superação, o aluno pode se apropriar de uma configuração intermediária entre o conceito e a analogia. Assim, apreendendo somente o binômio conceito+analogia, a abstração se torna uma ação inacessível. Encontramos exemplos dessa situação nos episódios em que, durante as observações, percebemos que o Professor 4 apenas consegue se relacionar com os conteúdos do 9º ano, referentes à estrutura atômica e as ligações químicas, por meio de duas formas: demonstrativa ou analógica. Isso porque, ou ele reproduz literalmente o que o manual didático expressa, ou se utiliza de um binômio conceito+analogia. Não consegue operar a dissociação entre esses dois elementos.

Refletindo agora sobre as aproximações analógicas encontradas, não é inédito o fato de os alunos também proporem suas próprias relações de semelhança. Vários outros autores já o descreveram. Todavia, a forma como o Professor 4 responde a essas propostas é significativa, pois na maioria esmagadora das situações da Tabela 1 ele se comportou como um expectador, desvinculando-se da sua tarefa em guiar a argumentação da sala de aula. Sem enquadramento ou limites, a analogia, assim como a metáfora, pode fecundar o pensamento e conduzi-lo a espaços de configuração inférteis à aprendizagem.

As informações apresentadas na Tabela 2 e na Tabela 3 também reforçam essa inclinação. Apesar de haver analogias que se *comunicam entre si*, o que se observa é um movimento de justaposição. A partir do momento em que uma aproximação se mostra ineficaz, o Professor 4 sugere outra. Esse acúmulo de propostas analógicas não dinamiza a situação de aprendizagem. Ao contrário, demonstra a ausência de habilidades do sujeito em se comunicar com o tema.

A escassez de situações em que a analogia realmente constituiu ferramenta fértil para a aprendizagem dos conceitos científicos se deve, por nossa ótica, a alguns fatores. Os EPE1, EPE2, EPE3 e EPE4.1 sugerem que os sujeitos reconhecem a presença das aproximações analógicas em sua prática de ensino e, até certo ponto, se preocupam com a forma como tais

técnicas impactam o raciocínio dos alunos. Contudo, nesses mesmos momentos de pesquisa, apenas o Professor 1 narra uma discussão sobre analogias no ensino de Ciências. A falta de estímulo à reflexão sobre recursos de ensino é queixa constante daqueles que se ocupam da formação inicial do professor de Ciências. Pensar a linguagem, o discurso e seus desdobramentos no ensino ainda é tarefa que se ensaia na Educação Superior.

Outro fator determinante para este panorama é a questionada concepção de ciência e de ensino de Ciências alimentada pelos professores. Apesar da afirmação de que o conhecimento científico se baseia em uma construção, a crença não determina as atitudes. O modo como o professor se relaciona com seu discurso, o discurso dos alunos e os recursos de ensino, reflete a sua própria ideia da atividade científica e da função desses temas na educação escolar. Dessa forma, podemos inferir que a subtilização das analogias e outras ferramentas argumentativas concorre para uma educação em Ciências que reconhece na demonstração a forma de expressão primeira da ciência. Incluir nesse contexto as técnicas argumentativas representa um esforço em contrariar essa constante. Esse mesmo *status* é atribuído pelos alunos ao conhecimento que chega até eles de forma descontextualizada e fragmentada.

O mesmo ocorre com o discurso criacionista, que é abordado pelo Professor 4 como verdade estática e desconexa. Por isso, afirmamos que o modo como o Criacionismo é inserido no contexto observado não influencia, limita ou potencializa a analogia como ferramenta de ensino. Mas apenas reflete a concepção de ciência sustentada pelo professor.

A ressonância dessas questões nos transporta para a importância da linguagem como instrumento fundamental do trabalho docente. Enquanto não reconhecido esse aspecto vital do ensino de Ciências, pouco se poderá avançar no que diz respeito à analogia como ferramenta de ensino. Quanto a isso, a forma como a Teoria da Argumentação nos guiou até aqui reafirma seu potencial como instrumental teórico para pensar os discursos da sala de aula.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, S. E. *Analogias e metáforas no ensino de ciências: aplicações na educação sexual*. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – CEFET-MG, Belo Horizonte, 2006.
- AMORIM, M. *O pesquisador e seu outro: Bakhtin nas ciências humanas*. São Paulo: Musa Editora, 2001.
- ANDRADE, B. L. *O ensino do sistema imunológico: da metáfora à analogia da guerra*. 2001. Dissertação (Mestrado em Educação) – UFSC, Florianópolis, 2001.
- ANDRADE, B. L.; ZILBERSZTAJN, A. & FERRARI, N. *As analogias e metáforas à luz da epistemologia de Gaston Bachelard*. Ensaio, 2(2): 1-11, 2002.
- ANDRIOLA, W. B. & CAVALCANTE, L. R. *Avaliação do raciocínio abstrato em alunos do ensino médio*. Estudos de Psicologia, 4(1): 23-37, 1999.
- ARMSTRONG, K. *Em nome de Deus: o fundamentalismo no judaísmo, no cristianismo e no islamismo*. São Paulo: Cia das Letras, 2001.
- ASSIS, R. L. A. *Analogias e metáforas como potencializadoras do desenvolvimento cognitivo no ensino de ciências: estudo de caso com alunos de 11 a 12 anos*. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – CEFET-MG, Belo Horizonte, 2009.
- BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BAKHTIN, M. (Volochinov, V. N.). *Marxismo e filosofia da linguagem*. São Paulo: Hucitec, 1992.
- BOZELLI, F. C. *Analogias e metáforas no ensino de Física: O discurso do professor e o discurso do aluno*. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Unesp, Bauru, 2005.
- BOZELLI, F. C. & NARDI, R. *O discurso analógico no ensino superior de física*. In: NARDI, R. & ALMEIDA, M. J. P. M. *Analogias, leituras e modelos no ensino da ciência: a sala de aula em estudo*. São Paulo: Escrituras, 2006, p.11- 28.
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências*. Brasília: Ministério da Educação, 1997.
- CACHAPUZ, A. *Linguagem metafórica e o ensino das ciências*. Revista Portuguesa de Educação, 2(3): 117-129, 1989.

- CAJAL, Irene B. *A interação de sala de aula: como o professor reage às falas iniciadas pelos alunos?* In: COX, Maria I. P.; ASIS-PETERSON, Ana A. (orgs.). *Cenas de sala de aula*. Campinas: Mercado de Letras, p. 125-159, 2003.
- CALDIN, E, F. I. *The structure of chemistry in relation of the philosophy of science*. *International Journal for Philosophy of Chemistry*, 8(2): 103-121, 2002.
- CAPECCHI, M. C. V. M. *Aspectos da cultura científica em atividades de experimentação na aula de física*. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo: Faculdade de Educação. 2004.
- CAPECCHI, M. C. V. M. & CARVALHO, A. M. P. *Aspectos da cultura científica numa atividade de laboratório aberto de física*. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física. Jaboticatubas, 2004.
- CAPECCHI, M. C. V. M.; CARVALHO, A. M. P. & SILVA, D. *Relações entre o discurso do professor e a argumentação dos alunos em uma aula de física*. *Ensaio*, 2(2): 1-15, 2002.
- CASTRO, A. P. P. *A entrevista dialógica como instrumento para pesquisar a escrita online na aprendizagem do professor em formação: reflexões iniciais*. In: FREITAS, M. T. A. & RAMOS, B. S. (orgs.). *Fazer pesquisa na abordagem histórico-cultural: metodologias em construção*. Juiz de Fora: Editora UFJF, 2010, p. 91-100.
- CHÂTELET, François. *Uma história da razão: entrevistas com Émile Noël*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1994.
- DE CHIARO, S. & LEITÃO, S. *O papel do professor na construção discursiva da argumentação em sala de aula*. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 18(3): 350-357, 2005.
- DESCARTES, R. *Discourse of method and meditations on first philosophy*. Indianapolis: Hackett, 1998.
- DOTTI, A. F. *O uso de analogias no processo didático: um estudo sobre livros de ciências para a última série do ensino fundamental*. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação Escolar) – Unesp, Araraquara, 2007.
- DUARTE, M. C. *Analogias na educação em Ciências: contributos e desafios*. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(1): 7-29, 2005.
- DUARTE, R. *Pesquisa qualitativa: reflexões sobre o trabalho de campo*. *Cadernos de Pesquisa*, n. 115, p. 139-154, 2002.
- DUIT, R. *On the role of analogies and metaphors in learning science*. *Science Education*, 75: 649-672, 1991.

- ERDURAN, S. *Methodological foundations in the study of argumentation in science classrooms*. In: ERDURAN, S. & JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P. *Argumentation in Science Education* (editors). New York: Springer, 2007, p. 47-70.
- ERDURAN, S. & JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P. *Argumentation in Science Education* (editors). New York: Springer, 2007.
- FABIÃO, L. M. & DUARTE, M. C. *As analogias no ensino de química: um estudo no tema equilíbrio químico com alunos/futuros professores de Ciências*. In: NARDI, R. & ALMEIDA, M. J. P. M. *Analogias, leituras e modelos no ensino da ciência: a sala de aula em estudo*. São Paulo: Escrituras, 2006, p.29-44.
- FERRAZ, D. F. *O uso de analogias como recurso didático por professores de Biologia no ensino médio*. Cascavel: Edunioeste, 2006.
- FERRAZ, D. F. & TERRAZZAM, E. A. *Uso espontâneo de analogias por professores de Biologia e o uso sistematizado de analogias: que relação?* *Ciência & Educação*, 9(2): 213-227, 2003.
- FREITAS, M. T. A. *A abordagem sócio-histórica como orientadora da pesquisa qualitativa*. *Cadernos de Pesquisa*, n. 116, p. 21-39, 2002.
- _____. *A pesquisa em educação: questões e desafios*. *Vertentes*, v. 1, p. 28-37, 2007.
- _____. *Discutindo sentidos da palavra intervenção na pesquisa de abordagem histórico-cultural*. In: FREITAS, M. T. A. & RAMOS, B. S. (orgs.). *Fazer pesquisa na abordagem histórico-cultural: metodologias em construção*. Juiz de Fora: Editora UFJF, 2010, p. 11-24.
- FREITAS, M. T. A. & RAMOS, B. S. *No fluxo dos enunciados, um convite à contrapalavra*. In: FREITAS, M. T. A. & RAMOS, B. S. (orgs.). *Fazer pesquisa na abordagem histórico-cultural: metodologias em construção*. Juiz de Fora: Editora UFJF, 2010, p. 7-12.
- FERRY, A. S. *Analogias e contra-analogias: uma estratégia didática auxiliar para o ensino de modelos atômicos*. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – CEFET-MG, Belo Horizonte, 2008.
- FERRY, A. S. & NAGEM, R. L. *Analogias e contra-analogias: uma proposta para o ensino de ciências numa perspectiva bachelardiana*. *Experiências em Ensino de Ciências*, 3(1): 7-21, 2008.
- FIGUEIREDO, Warlisson Gonçalves. *Limitações da analogia entre sistemas planetários e modelos atômicos*. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – CEFET-MG, Belo Horizonte, 2008.
- FRANCISCO JÚNIOR, Wilmo Ernesto. *Analogias e situações problematizadoras em aulas de Ciências*. São Carlos: Pedro e João Editores, 2010.

- GARCIA-MILA, M. & ANDERSEN, C. *Cognitive foundations of learning argumentation*. In: ERDURAN, S. & JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P. *Argumentation in Science Education* (editors). New York: Springer, 2007, p. 28-48.
- GIRALDI, P. M. *Linguagem em textos didáticos de citologia: investigando o uso de analogias*. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – UFSC, Florianópolis, 2005.
- GLYNN, S. M. *Explaining science concepts: a teaching-with-analogies model*. In: GLYNN, S. M.; YEANY, R. H. & BRITTON, B. K. (eds.). *The psychology of learning science*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associate, p. 219-240, 1991.
- GODOY, L. A. *Sobre la estructura de las analogías em ciências*. *Interciencia*, 27(8): 422-429, 2002.
- JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P. & BUSTAMANTE, J. D. *Discurso de aula y argumentación em la clase de ciências: cuestiones teóricas y metodológicas*. *Ensenanza de las Ciencias*, 21(3): 359-370, 2003.
- JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P. & ERDURAN, S. *Argumentation in Science Educacion: an overview*. In: ERDURAN, S. & JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P. *Argumentation in Science Education* (editors). New York: Springer, 2007, p. 3-28.
- JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P.; OTERO, J. R. G.; SANTAMARIA, F. E. & MAURIZ, B. P. *Actividades para trabajar el uso de pruebas y la argumentacion em ciências*. Danu: Santiago de Compostela, 2009.
- KRTZENBACHER, H. L. *The aesthetics and heuristics of analogy*. *Model and metaphor in chemical communication*. *International Journal of Philosophy of Chemistry*, 9(2): 191-218, 2003.
- LEITÃO, S. *Argumentação e desenvolvimento do pensamento reflexivo*. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 20(3): 454-462, 2007.
- LEITE, R. & DUARTE, M. C. *Percepções de professores sobre o conceito de analogia e de sua utilização no ensino-aprendizagem da física e da química*. In: NARDI, R. & ALMEIDA, M. J. P. M. *Analogias, leituras e modelos no ensino da ciência: a sala de aula em estudo*. São Paulo: Escrituras, 2006, p.45-59.
- LEMGRUBER, M. S. *Razão, pluralismo e argumentação: a contribuição de Chaïm Perelman*. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, 6(1): 101-111, 1999.
- LEMGRUBER, M. S. *Argumentação, metáforas e educação*. In: VII Encontro de Pesquisa em Educação da região Sudeste – ANPED, 2007.
- LEMGRUBER, M. S.; OLIVEIRA, R. J. *Argumentação e educação: da ágora às nuvens*. In: LEMGRUBER, M. S.; OLIVEIRA, R. J. (org.). *Teoria da argumentação e educação*. Juiz de Fora: Editora UFJF, 2011, p. 23-55.

- LIMA, Raymundo. *O ensino da Teoria da Evolução e os criacionistas* – notas para comentar o filme “O vento será tua herança”. Espaço Acadêmico, Nº 95, 2009. Disponível em http://www.espacoacademico.com.br/095/95esp_lima.htm#_ftn3.
- LIMA, M. B. & LIMA-NETO, P. *Construção de modelos para ilustração de estruturas moleculares em aulas de química*. Química Nova, 22(6): 903-906, 1999.
- MARCELOS, Maria de F. *Analogias e Metáforas da “Árvore da Vida”, de Charles Darwin, na Prática Escolar*. 2006. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – CEFET-MG, Belo Horizonte, 2006.
- MIRANDA, R. P.; BADILLO, R. G. & GARAY, F. G. *A construção de modelos na formação inicial e continuada de professores de Química*. In: NARDI, R. & ALMEIDA, M. J. P. M. (org.). *Analogias, leituras e modelos no ensino da ciência: a sala de aula em estudo*. São Paulo: Escrituras, 2006.
- MORTIMER, E. F. & MACHADO, A. H. *Múltiplos olhares sobre um episódio de ensino: “Por que o gelo flutua na água?”*. Encontro sobre Teoria e Pesquisa em Ensino de Ciências. Belo Horizonte, 1997.
- MORTIMER, E. F. & SCOTT, P. *Meaning making in secondary science classrooms*. Maidenhead: Open University Press, 2003.
- NAGEM, R. L.; CARVALHAES, D. O. & DIAS, J. A. Y. T. *Uma proposta de ensino com analogias*. Revista Portuguesa de Educação, 14(1): 197-213, 2001.
- NAGEM, R. L. MARCELOS, M. F. *Analogias e metáforas no ensino de Biologia: a Árvore da Vida nos livros didáticos*. V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Florianópolis, 2005.
- NEVES, L. A. S. *Analogias e Metáforas no Ensino de Ciências: análise da inserção de um livro paradidático de mecânica quântica e a sua leitura por alunos do ensino médio*. 2003. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Unesp, Bauru, 2003.
- OLIVEIRA, R. J. *A nova retórica e a educação: as contribuições de Chaïm Perelman*. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2010.
- PEREIRA, M. L. *Blogs literários no trabalho com professoras de Língua Portuguesa: as possibilidades de palavras e contrapalavras*. In: FREITAS, M. T. A. & RAMOS, B. S. (orgs.). *Fazer pesquisa na abordagem histórico-cultural: metodologias em construção*. Juiz de Fora: Editora UFJF, 2010, p. 53-70.
- PERELMAN, C. *A filosofia do pluralismo e a nova retórica*. Revista Internacional de Filosofia, N. 127/128, 1979.
- _____. *Analogia e metáfora*. Einaudi. Vol. 11, 1987, p. 207-217.

_____. *Argumentação*. Einaudi. Vol. 11, 1987, p. 218-265.

_____. *Retóricas*. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

PERELMAN, C. & OLBRECHTS-TYTECA, L. *Tratado da argumentação*. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

PINO, A. *As marcas do humano: às origens da constituição cultural da criança na perspectiva de Lev S. Vigotski*. São Paulo: Cortez, 2005.

RAMALHO, F. A. *Modelos mentais e representações analógicas de alunos da educação de jovens e adultos – EJA – no ensino de Ciências*. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) – CEFET-MG, 2009.

RIBEIRO JÚNIOR, João. *Augusto Comte e o positivismo*. Campinas: Edicamp, 2003.

RICHMOND, G. & STRILEY, J. *Making meaning in classrooms: social processes in small group discourse and scientific knowledge building*. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(8): 839-858, 1996.

RIVELLI, H. & LEMGRUBER, M. *Bachelard e Perelman: um intertexto sobre o uso de analogias no ensino de Ciências*. Anais do II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, UTFPR, Ponta Grossa, outubro/2010.

ROCHA, A. A. N. *Metáforas-andaime: as analogias como recurso argumentativo no ensino de Química*. 2007. Dissertação (Mestrado em Educação) – UFJF, Juiz de Fora, 2007.

SILVA, J. F. *A utilização das analogias e metáforas como recurso didático na compreensão do conteúdo ligações químicas*. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) – UFRPE, 2008.

SILVEIRA, L. M. *Analogias no ensino de Física: uma contribuição para o estudo de seu potencial didático*. 2001. Dissertação (Mestrado em Educação) – UFSM, 2001.

TOULMIN, S. *Los usos de la argumentación*. Barcelona: Península, 2007.

WILBERS, J. & DUIT, R. *On the micro-structure of analogical reasoning: the case of understanding chaotic systems*. In: BEHRENDT, H. et al. *Research in Science Education – Past, Present and Future*. Dordrecht: Kluwer, 2001, p. 205-210.