

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

Augusto Theodoro de Carvalho

O Ensino de Equilíbrio Químico na Educação Básica: uma abordagem metodológica por meio de um objeto de aprendizagem

Juiz de Fora

2019

Augusto Theodoro de Carvalho

O Ensino de Equilíbrio Químico na Educação Básica: uma abordagem metodológica por meio de um objeto de aprendizagem

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Química da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Química.
Área de concentração: Educação em Química.

Orientador: Prof. Dr. José Guilherme da Silva Lopes

Juiz de Fora

2019

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

Carvalho, Augusto Theodoro de.

O Ensino de Equilíbrio Químico na Educação Básica : uma abordagem metodológica por meio de um objeto de aprendizagem / Augusto Theodoro de Carvalho. -- 2019.

118 p.

Orientador: José Guilherme da Silva Lopes

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Química, 2019.

1. Ensino de Química. 2. Ensino de Equilíbrio Químico. 3. Tecnologias da Informação e Comunicação. 4. Objetos de Aprendizagem. 5. Análise de Conteúdo. I. Lopes, José Guilherme da Silva, orient. II. Título.

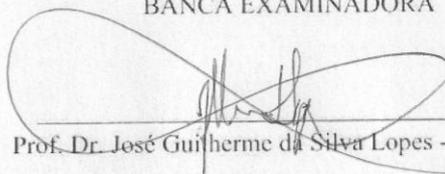
Augusto Theodoro de Carvalho

O ensino de equilíbrio químico na educação básica: uma abordagem metodológica por meio de um objeto de aprendizagem

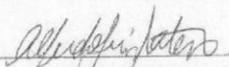
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Química. Área de concentração: Educação em Química.

Aprovada em 20 de fevereiro de 2020.

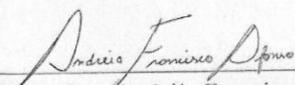
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. José Guilherme da Silva Lopes - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Alfredo Luís Martins Lamcirão Mateus
Colégio Técnico - Universidade Federal de Minas Gerais



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

*Dedico este trabalho ao meu irmão Anderson (in memoriam)
que, em algum lugar, está feliz por mais esta conquista.*

AGRADECIMENTOS

A gratidão é um dos sentimentos mais nobres que um ser humano possa ter, principalmente no que tange a gratidão de Quem pode propiciar toda esta jornada. Assim, início meus agradecimentos ao Pai Celestial que, em momento algum, deixou de me amparar e dar forças para seguir em frente nesta laboriosa escrita.

Pessoas importantes são postas em nossa vida para fazer com que a caminhada seja menos árdua, pessoas essas que nos deram tudo que precisamos para que tenhamos condições de trilhar o caminho com segurança, resiliência e fé de que a meta almejada será conquistada. Portanto, sou, e, sempre serei, grato ao meu Pai, Adair, e minha Mãe, Gislaïne, que, além de me trazerem a este mundo, ensinaram-me a ser alguém que vai à frente dos sonhos, porque jamais devemos correr atrás de nada, uma vez que, são os nossos sonhos que devem vir até nós porque perceberam o nosso merecimento.

Há pessoas também que são colocadas em nossas vidas de modo a não nos deixar desistir quando sentimo-nos fracos e com pouca fé, pessoas que olham para nós e percebem que temos capacidade de conseguir, mas que naquele momento encontramos-nos fragilizados, necessitando de um ombro amigo. Destas pessoas, começo elencando a quem, carinhosamente, chamamos de “Pai”, meu orientador, amigo e companheiro, José Guilherme, que abraçou minha causa e, portanto, estamos agora a defende-la com louvor. Quando resolvi desistir de tudo, foi ele, José Guilherme, quem mostrou que eu tinha capacidade para, ao final, enviar-me a razão de todo este tempo de labuta: “Habemus dissetatio medica”! Muito obrigado por ser esta pessoa incrível, Guilherme!

Existem pessoas que compõe a nossa jornada para nos fazer rir, chorar, comemorar, zoar e por aí vai. Estas pessoas são, também, minha nova Família. Pessoas que conheci por meio do GEEDUQ: Victor, Vitor, Flávia, Isabela Vieira, Alan, Kevin, Driele, Dirlene, Jomara, Léo, Ivoni, Andreia, Wbiratan, e demais que de algum modo, trouxeram momentos de reflexão e construção de novas concepções. A Vocês minha gratidão por me acolherem e ajudarem-me em diversos momentos desta pesquisa e na vida pessoal.

E, por fim, porém, não menos importante, sou grato à minha Família, em especial, minha Tia Sandra Cristina que me acolheu e cuidou como filho por toda esta jornada em sua casa. Agradeço pelas horas de conversas, momentos que me acudiu em enfermo e momentos de muitas gargalhadas à mesa.

A Todos e Todas o meu sincero, fraterno e incomensurável obrigado!

Hobbes: Você já tem uma ideia para sua história?

Calvin: Não. Eu estou esperando pela inspiração. Você não pode simplesmente ligar a criatividade como uma torneira. Você tem que estar no modo certo.

Hobbes: E que modo é esse?

Calvin: Pânico do último minuto.

Bill Watterson

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as potencialidades e fragilidades de uma intervenção pedagógica voltada para o ensino do conceito de Equilíbrio Químico – EQ – para estudantes da Educação Básica de uma Escola Pública utilizando as Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC – por meio de Objetos de Aprendizagem – OA –. Pesquisas sobre o ensino e aprendizagem de EQ vem apontado sobre a complexidade dos(as) estudantes compreenderem o conceito de reversibilidade e da dinamicidade nas reações em EQ. Visando superar essas limitações as TIC vem sendo discutidas na literatura. Os dados obtidos por meio de registro audiovisual de atividades em sala de aula e entrevista com uma professora, além da produção escrita de estudantes do Ensino Médio foram analisados com base na Análise de Conteúdo. Após a seleção da escola e do OA foi organizada uma Estratégia de Ensino – EE considerando o perfil dos(as) estudantes. Em seguida, foi realizada uma intervenção no laboratório de informática da escola onde foi possível apontar as seguintes potencialidades e fragilidades da proposta, a saber, potencialidades: (a) maior participação dos(as) estudantes, (b) oportunidade de construção do conhecimento por meio da interação com um OA, (c) ressignificação de concepções após interação com OA e diálogo com o professor, (d) proposição de ideias coerentes com o conceito abordado na intervenção, além de (e) promover reflexões à professora, que acompanhou todo o processo, e, fragilidades: (f) baixo retorno de professores(as) participantes da pesquisa, (g) necessidade de maior número de intervenções para familiarização dos(as) estudantes com a simulação, além de (h) mais tempo para interação do(a) professor(a) com os(as) estudantes a fim de trabalhar os conceitos ao final de cada atividade realizada. Por fim, a entrevista trouxe depoimentos da professora, nos quais constam reflexões acerca da própria prática, alusão à melhora do desempenho acadêmico dos(as) estudantes e que passa a agregar as TIC a própria *práxis* no intento de poder melhorá-la e instigar os(as) estudantes a participarem mais do processo de ensino e aprendizagem como também a construírem o próprio conhecimento por meio da interação com OA oriundos das TIC.

Palavras-chave: Ensino de Química, Ensino de Equilíbrio Químico. Tecnologias da Informação e Comunicação. TIC. Objetos de Aprendizagem. Estratégia de Ensino e Aprendizagem. Análise de Conteúdo.

ABSTRACT

This work aimed to assess the potential and fragilities of a pedagogical intervention aimed at teaching the concept of Chemical Equilibrium - CE - to students of High School using Information and Communication Technologies - ICT - through Learning Objects - LO. Research about teaching and learning CE is pointed out about the complexity of students understand the concept of reversibility and the dynamics of reactions in CE. In order to overcome these limitations, ICT has been discussed in literature. The data obtained through audiovisual recordings of classroom activities and interviews with a teacher, in addition to the written production of high school students were analyzed based on Content Analysis. After the selection of the school and LO, a Teaching Strategy - TS was organized considering the profile of the students. Then, an intervention was made in the school's computer lab where it was possible to point out the following potentialities and fragilities of the proposal: (a) greater participation of the students, (b) opportunity to build knowledge through interaction with an LO, (c) resignification of conceptions after interaction with LO and dialog with the teacher, (d) proposition of ideas coherent with the concept approached in the intervention, in addition to (e) promoting reflections to the teacher, who accompanied the entire process, and, fragilities: (f) low return of teachers participating in the research, (g) need for more interventions to familiarize students with the simulation, and (h) more time for interaction of the teacher with the students in order to work on the concepts at the end of each activity performed. Finally, the interview brought statements from the teacher, in which there are reflections about the practice itself, alluding to the improvement of the academic performance of students and that starts to add ICT to the practice itself in order to be able to improve it and encourage students to participate more in the teaching and learning process as well as to build their own knowledge through interaction with LO from ICT.

Keywords: Teaching Chemistry. Teaching Chemical Equilibrium. Information and Communication Technologies. ICT. Learning Objects. Teaching and Learning Strategy. Content Analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Vista geral da simulação	40
Quadro 1 - Estrutura da intervenção proposta.....	43
Quadro 2 - Estrutura do tempo de cada episódio de eventos da intervenção proposta	43
Quadro 3 - Participantes primevos da pesquisa.....	45
Figura 2 - Evolução de Dados à Sabedoria, processo de construção do conhecimento	59
Quadro 4 - Estrutura da intervenção pedagógica utilizando simulação como objeto de aprendizagem.....	61
Quadro 5 - Falas transcritas do Episódio B para a Turma 1	63
Quadro 6 - Mapa de eventos da Turma 1.	66
Quadro 7 - Transcrições de todas as falas do Episódio 7 da Turma 1.....	68
Figura 3 - Início da reação química simulada alcançando em EQ	71
Figura 4 - Reação Química simulada em Equilíbrio Químico	72
Quadro 8 - Mapa de eventos da Turma 4	73
Quadro 9 - Transcrições das falas no Episódio 7 da Turma 4.....	75
Quadro 10 - Transcrições das falas no Episódio 8 da Turma 1.....	80
Figura 5 - Modificação da reação química de produção da amônia simulada	84
Quadro 11 - Transcrições das falas do Episódio 8 da Turma 4.....	84
Quadro 12 - Transcrições das falas no Episódio 10 da Turma 1.....	88
Figura 6 - Folha de registro do Grupo 1 da turma 1	91
Figura 7 - Folha de registro do Grupo 2 da Turma 1.....	92
Figura 8 - Folha de registro do Grupo 2 da Turma 4.....	94

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EA	Ensino e Aprendizagem
EB	Educação Básica
EE	Estratégia de Ensino
EQ	Equilíbrio Químico
ES	Ensino Superior
LD	Livro Didático
OA	Objeto de Aprendizagem
TI	Tecnologias da Informação
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação

Sumário

1. Prólogo	13
2. Introdução.....	15
2.1. O ensino do conceito de Equilíbrio Químico.....	15
2.2. Tecnologias da Informação e Comunicação Aplicadas na Educação.....	19
2.3. TIC na Educação Brasileira: breve histórico	23
2.4. Os Objetos de Aprendizagem	28
2.5. A simulação, nosso Objeto de Aprendizagem	30
3. Objetivos	31
3.1. Objetivo geral.....	31
3.2. Objetivos específicos	32
4. Viés metodológico.....	32
4.1. Levantamento do perfil dos professores de química e seleção do(a) professor(a) para aplicação do Objeto de Aprendizagem.....	33
4.2. Elaboração de uma estratégia de Ensino utilizando Simulação como Objeto de Aprendizagem.....	37
4.1.1. Seleção do Objeto de Aprendizagem	37
4.1.2. Elaboração de um encontro para apresentação dos conceitos de Tecnologias da Informação e Comunicação, Objetos de aprendizagem e relação professor-estudante ..	38
4.1.3. Construção do conteúdo instrucional.....	39
4.1.4. Averiguação da compatibilidade da simulação com o hardware disponível.....	40
4.3. Intervenção com o Objeto de Aprendizagem: a simulação.....	41
4.4. Entrevista final: reflexões após a intervenção.....	43
5. Resultados e Discussão.....	44
5.1. Concepções dos(as) professores(as) da Educação Básica participantes da pesquisa.....	45
5.1.1. Quanto ao que sabem acerca das Tecnologias da Informação e Comunicação e Objetos de Aprendizagem.....	46
5.1.2. Estratégias de Ensino adotadas para lecionar o conceito de Equilíbrio Químico ..	51

5.2. Encontro Expositivo: Contato primevo com os professores e apresentação sobre Tecnologias da Informação e Comunicação, Objetos de Aprendizagem e o papel docente e do estudante em uma Estratégia de Ensino	54
5.3. Uma estratégia de ensino usando simulação como Objeto de Aprendizagem: Mapeamento das Intervenções pedagógicas das Turmas 1 e 4	60
5.4. Evento D: Concepção sobre Equilíbrio Químico pelos(as) estudantes por meio de interação com uma simulação	66
5.5. Evento E: Confrontações das concepções que os(as) estudantes possuem sobre o Princípio de Le Châtelier	79
5.6. Evento F: Desafio.....	88
6. Reflexões de uma docente após presenciar o uso das TIC como estratégia de ensino	94
7. Considerações Finais.....	102
8. Propostas Futuras	104
9. Referências Bibliográficas	105
Apêndice	110

1. PRÓLOGO

Digníssimo(a) leitor, leitora! Aqui começa a falar alguém que, ao longo deste texto dissertativo, trará alguns apontamentos acerca do uso de Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC –, mais precisamente de uma simulação como Objeto de Aprendizagem – OA –, por meio de uma estratégia de ensino para lecionar o conceito de Equilíbrio Químico – EQ – para estudantes do ensino médio de uma escola pública central da cidade de Juiz de Fora – MG.

A construção de um texto dissertativo perpassa por diversos momentos, o mesmo se dá quanto a formação de uma pessoa. Além disso, o processo de escrita evoca diversas vozes, formando uma verdadeira cacofonia, porém, de modo bem cadenciado, buscarei mostrar as devidas potencialidades bem como fragilidades da estratégia de ensino supracitada.

Saliento que nem sempre tive este veio para educação. Meus primeiros passos no ensino superior foram, enquanto ainda graduando do curso de bacharelado em Química pela Universidade Federal de Viçosa – UFV – no ano de 2009, quando fui contratado por uma escola particular que fica na cidade vizinha, Teixeiras – MG. Nesta escola desempenhei, pela primeira vez, o papel docente a turmas do ensino médio. Fora uma experiência muito rica, embora, na época, utilizara uma estratégia de ensino de cunho conteudista e bancária como diria nosso patrono da Educação, Paulo Freire. Fiquei por sete meses na escola, fiz algumas amizades, tive diversas experiências como docente, porém, tive que deixar o cargo devido a conflito de horário das aulas com as das disciplinas cursadas na universidade.

Ainda cursei o bacharelado por mais dois anos, e, em, 2011, por grande incentivo de amigos de curso e professor da UFV, prestei, novamente, o Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM –, em que fui aprovado no curso de licenciatura em Química, também da UFV, iniciando o novo curso em 2012. Um ano após ingressar no curso de licenciatura começo a ter diversas conquistas, a começar pelo ingresso ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID – onde começara a ter um contato intenso com a escola pública.

Pelo PIBID pude participar de diversos momentos como atividades experimentais em escolas públicas, planejar e ministrar aulas laboratoriais para estudantes com baixo rendimento acadêmico, observação da prática docente das professoras-supervisoras das escolas onde fui bolsista. Ainda pelo PIBID, fui eleito representante discente de todos os bolsistas de todas as áreas do programa na Comissão de Apoio ao PIBID. Assim, passava a ter dupla jornada no programa. Tal cargo me propiciou a oportunidade de auxiliar a coordenação no planejamento e execução do 1º Fórum do PIBID-UFV, evento que reuniu todos(as) bolsistas do Programa dos

três campi da universidade, Viçosa, Rio Paranaíba e Florestal. Neste evento, também fui escolhido para apresentar dados referentes aos quantitativos do programa: número de bolsistas, variação de idade entre os bolsistas, número de bolsistas do sexo feminino e masculino, dentre outros.

Ao final de 2013, sou convidado a ser professor de um cursinho popular de Viçosa, onde, três meses após o início dos meus trabalhos como docente, sou chamado para ser coordenador do cursinho e, neste, desenvolvo um trabalho docente de cunho motivacional, a fim de trabalhar o emocional de estudantes de baixa renda, incentivando-os(as) a persistirem na busca de realizarem o sonho deles(as), ingressar numa Universidade Federal. Em 2014, diversos(as) destes(as) estudantes informaram terem conseguido o ingresso tanto na UFV quanto em outras universidades públicas e particulares.

Em 2015, junto com um professor do departamento de Química, inicio meu primeiro contato com a escrita de um trabalho acadêmico mais laborioso, a escrita de uma monografia¹. Havia apenas uma certeza, oriunda de toda esta vivência até aqui narrada, pesquisaria sobre o uso de TIC no ensino de Química, mais precisamente animações. Como que tais recursos poderiam motivar ao(à) estudante na busca pelo conhecimento gerado por esta Ciência.

Logo, minha pesquisa no mestrado não poderia ser noutra vertente, sobretudo, no intuito de pensar um passo seguinte, uma vez que, não basta apenas o estudante sentir-se motivado a buscar por este conhecimento, é importante que o processo de ensino seja profícuo e que o estudante aprenda a melhor forma de se apropriar das TIC e seus derivados.

Destarte, a fundamentação teórica desta pesquisa está diagramada em três esferas: o conceito de Equilíbrio Químico e as dificuldades para o ensino e aprendizagem deste conceito; as Tecnologias da Informação e Comunicação ligadas à educação; e os Objetos de Aprendizagem, definição, exemplos e como podem ser utilizados numa estratégia de ensino.

Assim, convido você a refletir comigo neste processo de construção, execução, análise e conclusões acerca de uma estratégia de ensino cuja finalidade é trazer uma resposta para a seguinte pergunta: quais as potencialidades e fragilidades da utilização de uma simulação no processo de ensino e aprendizagem do conceito de Equilíbrio Químico?

¹ http://www.deq.ufv.br/arquivos_internos/monografias/Monografia+Licenciatura++Augusto.pdf

2. INTRODUÇÃO

A presente pesquisa tem a finalidade de avaliar as potencialidades e fragilidades de uma estratégia de ensino, a qual utilizará uma simulação, artefato oriundo das Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC –, como Objeto de Aprendizagem – OA –, visando oferecer subsídios para ampliar as estratégias para o ensino do conceito de Equilíbrio Químico – EQ – na educação básica, trazendo os(as) estudantes para o centro do processo de construção do próprio conhecimento como agentes ativos(as), bem como discutir como os(as) professores(as) podem contribuir neste processo. Assim, vejamos, primeiramente, a razão pela qual escolhemos este conceito: Equilíbrio Químico, para esta pesquisa.

2.1. O ensino do conceito de Equilíbrio Químico

Em relação ao conceito escolhido, Equilíbrio Químico – EQ –, é visto como um conhecimento muito importante, o qual, segundo Machado e Aragão (1996, p. 18), “tem grande riqueza e potencial para o ensino de química, uma vez que articula muitos outros temas, tais como reação química, reversibilidade das reações, cinética etc”. Nesta mesma linha de raciocínio, Silva *et. al.* (2017) apontam que EQ se trata de

um conceito deveras importante para o ensino de Química, por ser central na compreensão de várias transformações e com o poder explicativo para muitos fenômenos de nosso cotidiano, tais como: formação de estalactites/estalagmites e mudança de cor no galinho do tempo e nas lentes fotocromáticas, fenômenos provocados devido à reversibilidade das reações. (p. 978)

Todavia, tal conceito, é de difícil compreensão devido ao fato de que relatam um alto grau de abstração para entender algo que não é tangível, visível, como relata alguns autores (MACHADO, ARAGÃO, 1996; HERNANDO *et. al.*, 2003). O conceito de EQ pode ser entendido como algo complexo, uma vez que, “requer o domínio prévio de conceitos como ligações e reações químicas, estequiometria, formação de soluções, noções de cinética e termoquímica, entre outros” (SILVA *et. al.*, 2017, p. 978).

Visando demonstrar como este conceito é abordado no Ensino de Química, voltemos nosso olhar para a definição de EQ nos livros didáticos – LD –, tanto da Educação Básica – EB – quanto do Ensino Superior – ES –, os quais, segundo Frison *et. al.* (2009, s/n), “representam à principal, senão a única fonte de trabalho como material impresso na sala de aula, em muitas escolas da rede pública de ensino, tornando-se um recurso básico para o aluno e para o professor, no processo de ensino [e] aprendizagem”. Corroborando com este pensamento,

Queiroz *et. al.* (2019) aponta que “o livro didático constitui-se quase que como um patrimônio da sala de aula, ao longo dos anos tem sido essencial para a formação de muitos alunos” (p. 155). Logo, faz-se importante analisarmos como o conceito de EQ é apresentado neste recurso didático.

Tendo isso em vista, os autores Sabadini e Bianchi (2007) apontam que o conceito de EQ nos Livros Didáticos – LD – do Ensino Médio, está somente embasado na definição de Cinética Química. Devido a isso, relatam três consequências negativas para esta forma de apresentação do conceito.

- 1) O conceito é rigorosamente mais amplo quando derivado da termodinâmica.
- 2) Para obter a expressão analítica da constante de equilíbrio, usa-se o artifício de igualar as velocidades das reações de “ida e volta”. Assim, ao escrever as expressões referentes à lei de velocidade, assume-se que as reações possuem apenas uma etapa. A confusão de conceitos fica explícita em alguns livros, nos quais, ao usar o exemplo da reação de formação da amônia a partir de hidrogênio e nitrogênio, $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$, os autores apresentam a lei de velocidade para a reação direta sendo tetramolecular ($[N_2][H_2]^3$), o que acarreta em outro erro grave, agora do ponto de vista cinético, pois não existe registros de reações químicas com molecularidade maior que três.
- 3) O maior problema na abordagem cinética do equilíbrio químico está, em nosso ponto de vista, na não-inserção das transformações químicas dentro de um conceito mais universal sobre as transformações da natureza. (SABADINI; BIANCHI, 2007, p. 10).

Para os autores Hernando *et.al.* (2003), “o estudante deve saber que um sistema químico que reage somente pode alcançar um estado de equilíbrio, se o fizer em condições reversíveis” (p. 112, TRADUÇÃO NOSSA). Ou seja,

o estudante deve estar ciente de que o equilíbrio químico não é um sistema nem uma reação, mas uma situação ou estado final que o sistema alcança nessas condições. Normalmente, o ensino é orientado para a definição "operacionalista" do estado de equilíbrio e pouco se preocupa em fazer uma análise qualitativa da situação problema nos níveis macroscópico e microscópico, portanto, espera-se que os estudantes tenham dificuldades em ter critérios macroscópicos para que eles saibam quando um estado de equilíbrio em um sistema químico é apresentado e para poder relacioná-los à sua explicação microscópica”(p.112, TRADUÇÃO NOSSA E GRIFO DOS AUTORES).

Assim, tendo o conceito de EQ embasado em questões mais sensoriais e concretas (macroscópicas) pode acarretar num certo entrave da compreensão de tal conceito pelos(as) estudantes. É o que, consensualmente, retrata Machado e Aragão (1996), ao citar que,

tais idéias, de natureza macroscópica e sensorial, apresentam-se associáveis apenas ao mundo cotidiano concreto e não ao abstrato. Em consonância com essas experiências, as concepções de equilíbrio aparecem associadas à idéia

de igualdade, apresentando também dimensões relacionadas às características estáticas que envolvem esses tipos de equilíbrio. (p. 8 e 9)

Desse modo, os LD “deixam de apresentar aos leitores o fato de que as reações químicas são regidas pelas leis universais que descrevem as transformações da natureza” (Sabadini e Bianchi, 2007, p. 10), ou seja, não evidenciando as características atômico-moleculares bem como a reversibilidade de determinadas reações químicas.

Vejamos, a seguir, a definição de EQ. Primeiramente, em Livros Didáticos – LD – da Educação Básica aprovados em 2018 pelo Programa Nacional do Livro Didático – PNLD –. O EQ está definido como o

momento em que as reações direta e inversa têm a mesma taxa de desenvolvimento, isto é, a rapidez da reação direta é igual à rapidez da inversa, diz-se que foi atingido o equilíbrio químico. No entanto, esse equilíbrio não é estático, ou seja, as reações não param de ocorrer. Elas apenas ocorrem com a mesma rapidez – chama-se essa condição de equilíbrio dinâmico. (CISCATO *et. al.*; 2016, p. 219, GRIFO DO AUTOR).

Já a definição apresentada em um LD de química geral no Ensino Superior – ES – é a seguinte:

o equilíbrio químico ocorre quando reações opostas acontecem com velocidades iguais: a velocidade com que os produtos são formados a partir dos reagentes é igual à velocidade com que os reagentes se formam a partir dos produtos. Como resultado, as concentrações param de variar, e a reação parece ter sido interrompida. (BROWN *et. al.*; 2016, p. 661 e 664).

Logo, tanto nos LD da EB quanto o de química geral do ES, tem a definição de EQ atrelada ao caráter cinético das reações, porém, nada relacionados às questões termodinâmicas.

Portanto, o Equilíbrio Químico pode ser compreendido como sendo um estado em que as reações reversíveis se encontram. Estado esse em que temos a rapidez de reação dos reagentes formando produtos sendo igual a rapidez com que os produtos interagem entre si e restituem os reagentes. Logo, um processo dinâmico, reversível e que as concentrações, seja dos produtos, seja dos reagentes, não variam em função do tempo, porém, as reações ditas direta e inversa acontecem concomitante e continuamente.

Diante dos fatos indicados, professores têm buscado meios de contornar estes embates. Um desses, por exemplo, é o uso de analogias, como estratégias de ensino – EE –, as quais, “embora tenham aparecido, continuamente, no ambiente escolar e científico, possuem limitações e não podem ser confundidas com o próprio conceito científico a ser construído pelo aluno” (DOTTI, 2018, p. 127). O autor também alude para o fato de que as analogias devem ser feitas de modo a buscar elementos que pertençam ao dia a dia do estudante para que a construção do conhecimento possa fazer algum sentido (DOTTI, 2018).

Ainda sob a perspectiva das analogias como EE, os autores Raviolo e Garritz (2008) fazem uma ampla busca pela literatura de modo a elencar diversas analogias utilizadas para o ensino de EQ. Segundo eles, “as analogias constituem uma estratégia válida para o ensino de equilíbrio químico devido à complexidade e a abstração do conceito (RAVIOLO; GARRITZ, 2008, p. 23)”. Todavia, os autores também apontam para o fato de que diversas analogias trazem consigo um caráter estático do processo, o que poderá acarretar em uma concepção alternativa, ou, segundo Bachelard (1996), um obstáculo epistemológico. Desta forma, a construção do conhecimento químico para algo abstrato, como o conceito de EQ, pode ficar prejudicada. Segundo Andrade *et. al.* (2002, p. 184), Bachelard retrata que ao explicitar um fenômeno através do uso de analogias pode gerar “uma barreira, impedindo o pensamento abstrato, necessário para seguir a via psicológica normal do pensamento científico”.

Uma outra EE também muito utilizada é a experimentação, a qual, segundo Giordan (1999) pode “despertar um forte interesse entre alunos de diversos níveis de escolarização” (p. 43). O autor também relata que os(as) estudantes possuem uma opinião positiva quanto ao uso de experimentação no ensino, citando que, para os(as) estudantes, esta EE tem “um caráter motivador, lúdico, vinculado aos sentidos” (GIORDAN, 1999, p. 43). Inclusive, retrata que, segundo os(as) professores(as), “a experimentação aumenta a capacidade de aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno nos temas em pauta” (GIORDAN, 1999, p. 43). Já para Lisbôa (2015), “a experimentação é um dos principais alicerces que sustentam a complexa rede conceitual que estrutura o ensino de química” (p. 198).

Desse modo, elencamos as vantagens de usar a experimentação como estratégia de ensino, porém, Silva *et al.* (2010) pondera que estas ideias, ao relatar que o uso da experimentação, também podem acarretar no surgimento de obstáculos quando feita de modo ingênuo por parte do docente. Segundo o autor e autoras, optar pela experimentação como EE “é pouco efetiva quando o foco da atividade experimental centraliza-se somente nos aspectos macroscópicos, dando-se pouca ou nenhuma atenção à discussão dos aspectos microscópicos relacionados” (p. 242). E, portanto, novamente percebemos os entraves para ensino de Equilíbrio Químico.

No intuito de trazer algo que possa contornar este embate da abstração do processo fenomenológico, ou seja, aquele que ocorre no campo macroscópico, visível, tangível, concreto e correlacioná-lo ao campo abstrato, atômico-molecular, de modo que os estudantes possam compreender o conceito de EQ, bem como a questão da reversibilidade e dinamicidade da reação química em equilíbrio elencamos a simulação, produto oriundo das TIC, que utilizada sob a óptica do OA, a qual discutiremos mais adiante, surge como uma alternativa que pode

suprir essa defasagem. Destarte, temos que a simulação “aborda intuitivamente, através do impacto visual, conceitos básicos e abstratos de alta complexidade” (CONCEIÇÃO; MENDONÇA; FARAH, 2017, p. 137). Além disso, destacamos que “uma simulação computacional pode reproduzir efeitos muito semelhante a um modelo científico aceitável de uma situação em nível molecular” (CAROBIN; ANDRADE NETO, 2003, p. 2).

Entretanto, antes de falarmos mais a respeito da simulação, é importante compreendermos, *a priori*, acerca do que se tratam as TIC, em seguida, a definição de OA para, *a posteriori*, trazermos à tona uma explanação sobre a simulação.

2.2. Tecnologias da Informação e Comunicação Aplicadas na Educação

Primeiramente, vamos compreender o que são estas tais Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC – e como essas estão relacionadas com a Educação.

Para Dias (2016), “as TIC representam uma linguagem de comunicação e um instrumento de trabalho que tem sido essencial no mundo de hoje, as quais se tornam necessárias conhecer e dominar” (p. 436). A autora complementa dizendo que

representam também um suporte do desenvolvimento humano em numerosas dimensões, nomeadamente de ordem pessoal, social, cultural, lúdica, cívica e profissional. Sua versatilidade e poder requerem uma atitude crítica por parte de todos os seus utilizadores, sejam em que momento e situação estejam sendo utilizadas. (DIAS, 2016, p. 436).

Concordando com esta definição e a ampliando, os autores Oliveira *et. al.* (2015) irão nos dizer que

as Tecnologias da Informação e Comunicação referidas como TIC são consideradas como sinônimo das tecnologias da informação (TI). Contudo, é um termo geral que frisa o papel da comunicação na moderna tecnologia da informação. Entende-se que TIC consistem de todos os meios técnicos usados para tratar a informação e auxiliar na comunicação. Em outras palavras, TIC consistem em TI bem como quaisquer formas de transmissão de informações e correspondem a todas as tecnologias que interferem e mediam os processos informacionais e comunicativos dos seres. Ainda, podem ser entendidas como um conjunto de recursos tecnológicos integrados entre si, que proporcionam por meio das funções de software e telecomunicações, a automação e comunicação dos processos de negócios, da pesquisa científica e de ensino e aprendizagem. (p. 77 e 78)

E por falar em uso destas no processo de Ensino e Aprendizagem, Miranda (2007), define que

o termo *Tecnologias da Informação e Comunicação* (TIC) refere-se à conjugação da tecnologia computacional ou informática com a tecnologia das telecomunicações e tem na Internet e mais particularmente na *World Wide Web* (WWW) a sua mais forte expressão. Quando estas tecnologias são usadas para fins educativos, nomeadamente para apoiar e melhorar a aprendizagem

dos alunos e desenvolver ambientes de aprendizagem, podemos considerar as TIC como um subdomínio da Tecnologia Educativa² (p. 43).

Assim, podemos dizer que as TIC são toda uma gama de recursos, os quais, segundo Machado (2015), “atuam como ferramentas de apoio ao desenvolvimento de atividades humanas, tendo ocorrido seu maior desenvolvimento e popularização nas últimas duas décadas” (p. 104).

Tendo em vista esta questão da atividade humana, algo intrínseco no processo de ensino e aprendizagem, vamos, primeiro, refletir a partir da tão questionada relação dicotômica docente-estudante na construção de conhecimento no mundo contemporâneo e, segundo, de que modo a inserção das TIC, como estratégia de ensino, podem propiciar superação nesse processo. Uma das motivações para estas reflexões centra-se na definição de Tecnologia Educativa citada por Miranda (2007) em que se busca, não somente acompanhar os avanços tecnológicos e, praticamente concomitante, seus artefatos, mas sim na forma como podemos nos apropriarmos desses da melhor forma possível para fins didáticos e pedagógicos, ou seja, formas de utilizarmos as TIC como estratégias de ensino e aprendizagem nas quais o(a) docente venha a ter um papel de mediador(a) do conhecimento ao passo que os(as) estudantes atuem mais ativamente na construção do próprio conhecimento. Nesse sentido, “destaca-se a necessidade das tecnologias estarem inseridas nos processos educativos como um recurso que potencialize a ação humana transformadora para um pensar crítico, reflexivo, criativo e inovador de educadores e educandos” como relatam Loureiro *et. al.* (2019, p.468).

Desse modo,

fazem-se necessárias algumas mudanças na postura profissional do docente, de abdicar dos modelos tradicionais de ensino, baseados numa perspectiva que se apoia principalmente na transmissão e recepção de conteúdos, a buscar novos desafios com a meta específica de modificar suas funções no âmbito do processo de articulação de saberes e da ampliação dos horizontes conceituais dos aprendizes. (JÚNIOR; CIRINO, 2016, p. 104).

E, para isso, Oliveira *et. al.* (2015) nos dizem que “o professor precisa se posicionar como parceiro, mediador, direcionador do conhecimento” (p. 88). Consensualmente, Carneiro e Passos (2014) dizem que “o professor precisa participar de forma ativa do processo de construção do conhecimento do aluno, sendo um mediador, motivador e orientador da aprendizagem” (p. 102). Desse modo, surge uma nova ação professoral no processo de ensino e aprendizagem – EA –, a mediação. A respeito desta nova ação, Nascimento e Silva (2018) retratam que

² Tecnologia Educativa, segundo Miranda (2007, p. 42), é aquela que “não se limita aos recursos técnicos usados no ensino, mas a todos os processos de concepção, desenvolvimento e avaliação da aprendizagem”.

a mediação pedagógica é um aspecto fundamental para a aprendizagem, onde o professor/tutor desempenha papel basilar na construção do conhecimento sob a ótica da valorização das experiências e vivências anteriores dos alunos, proporcionando um espaço de interação e colaboração na construção do conhecimento. (p. 78)

Além disso, os autores dizem que “na mediação pedagógica, é necessário que o professor acompanhe e promova de maneira efetiva a interação entre ele, o conhecimento, o aluno e a aprendizagem” (NASCIMENTO; SILVA, 2015, p 88). Outra relação tricotômica para ação mediadora docente é dita por Leite *et. al.* (2017) ao dizerem que “torna-se prioritário que o professor assuma o papel de mediador da interação entre a tríade aluno, conhecimento e computador”. E, sob esta perspectiva, elencam as TIC, representadas por um de seus artefatos, o computador, como um recurso que pode, em comunhão com os(as) professores(as), melhorar no processo de mediação do conhecimento. E, portanto,

o uso da TIC como mediador do processo ensino e aprendizagem é algo que envolve muito mais do que o uso, o acesso e a apropriação de inovações tecnológicas e metodológicas em processos educacionais. Envolve a construção social do conhecimento. Assim, o uso das TIC deve possibilitar a formação de um aluno crítico e reflexivo. (TORRES *et. al.*, 2017, p. 126).

Não obstante, e em consonância com os autores Paula e Suanno (2019), reiteramos que, a inserção das TIC “pode contribuir significativamente para o processo de ensino e aprendizagem, porém deve ficar claro que o simples uso das mesmas não garante o sucesso. A mediação do professor é fundamental” (p. 216). Além disso, concordamos com Santos (2018) ao falar que as TIC “não são o sentido da aprendizagem escolar. Ou seja, esses recursos tecnológicos são o meio, o modo como se ensina e se aprende algo” (p. 168). Logo, cabe ao(à) professor(a) discernir como, quando e onde o melhor momento para utilizar tais recursos como estratégia de ensino para determinado conteúdo ou conceito. Neste sentido, Vieira *et. al.* (2011) salientam que

o professor precisa compreender as modificações e se atualizar para exercer a função de mediador, entre as tecnologias usadas no ensino e a aprendizagem dos alunos, acreditando que as ferramentas tecnológicas não substituirão o seu trabalho, pois é ele que irá planejar as aulas e saber o melhor momento e qual o melhor recurso tecnológico para complementar um determinado conteúdo (s/n).

Desse modo, “acredita-se que a aplicação pedagogicamente adequada dessas ferramentas possa ampliar a prática docente, promovendo mudanças significativas na ação professoral em sala de aula” (MACHADO, 2015, p. 105).

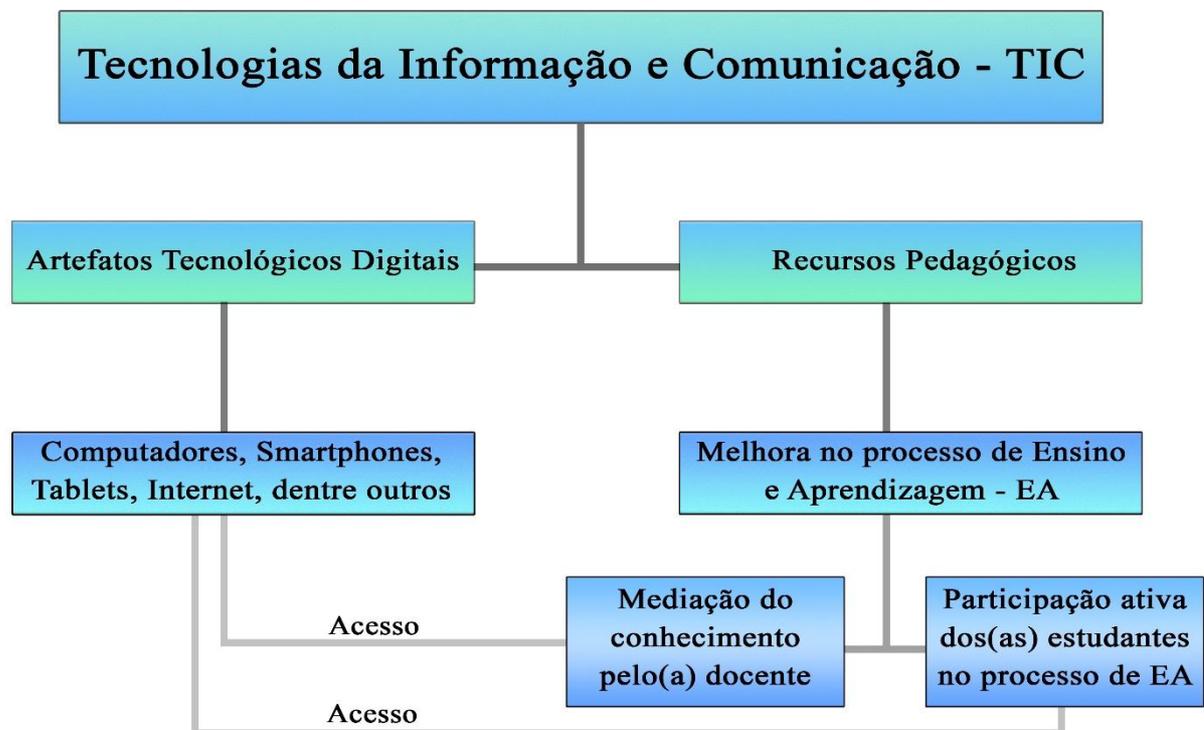
Entretanto, para que o processo de medição venha a ser profícuo é imprescindível que as estratégias de ensino adotadas pelo(a) professor(a), com ou sem as TIC, sejam planejadas de modo que os(as) estudantes sintam-se estimulados(as) a desempenharem um papel mais ativo

na construção do próprio conhecimento. Cientes da complexidade de tal planejamento, Júnior e Cirino (2016) dizem que “o professor está diante de uma tarefa desafiadora em que ele e a escola precisam caminhar juntos para assegurar sua função social e contribuir para a construção dos conhecimentos pelos atores principais da educação, os aprendizes” (p. 104). Ou seja, o professor e a professora devem pensar em estratégias de ensino que instiguem “o conhecimento potencial do aluno, orientando-o no sentido de possibilitar a criação de ambientes de participação, colaboração e desafios constantes” (DIAS, 2016, p. 442). Sob esta perspectiva, Borges (2018) explicita que

o uso das tecnologias oportuniza a criação de ambientes ricos de possibilidades de aprendizagem, nos quais os alunos podem aprender de forma significativa, pois se sentem interessados e motivados e não vítimas de um processo formal e tradicional de ensino, no qual o professor apresenta o conteúdo, dá exercícios e aplica provas pra medir o quanto se aprendeu nesse processo desmotivador de aprendizagem. (p. 10).

Portanto, de modo a ilustrar o que explicitamos aqui a respeito de TIC, processo mediador planejado pelo(a) professor(a) e a participação mais atuante dos(as) estudantes, elaboramos o esquema a seguir:

Esquema 1 - As TIC e o processo de Ensino e Aprendizagem



Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Além disso, no intuito de apontarmos a respeito deste caráter da mediação sob uma perspectiva no ensino de ciências, mais precisamente na postura dos(as) professores(as) de

ciências no processo de ensino e aprendizagem, recorremos a Driver *et. al.* (1999) quando explicitam que

o professor de ciências, mais do que organizar o processo pelo qual os indivíduos geram significados sobre o mundo natural, é o de atuar como mediador entre o conhecimento científico e os aprendizes, ajudando-os a conferir sentido pessoal à maneira como as asserções do conhecimento são geradas e validadas (p. 33).

As autoras e autores ainda complementam dizendo que “o papel do professor é fornecer as experiências físicas e encorajar a reflexão” (DRIVER *et. al.*, 1999, p. 33). Portanto, os(as) professores(as) devem buscar ter atitudes que atraiam seus(suas) estudantes para o centro do processo de ensino e aprendizagem, da construção do próprio conhecimento, criando estratégias as quais provoquem a confrontação das ideias prévias dos(as) estudantes, mas sem desvalorizá-las, muito pelo contrário, coadunando-as com as novas concepções.

No entanto, para que isso ocorra de modo bem estruturado, é importante que a formação docente, seja ela acadêmico-profissional³, seja ela continuada, deve ser planejada e articulada de maneira a mostrar meios em que os(as) futuros(as), ou já formados(as), docentes possam se apropriar das TIC e dos diversos artefatos que surgiram a partir dessas. Para isso, Júnior (2018, p.190) nos diz que “as universidades precisam ser envolvidas em processos de melhorias da qualidade e isso se traduz em processos de inovação docente apoiadas nas [TIC]”. O autor ainda complementa dizendo acerca do processo reflexivo de modo a superar a “visão instrumental, tornando-a mais humanista” e, portanto, “contribuiria no avanço do conhecimento e das relações entre educandos e educadores” (Júnior, 2018, p. 190).

Portanto, entendemos TIC como sendo um conjunto de ferramentas que são, constantemente, atualizadas, no intuito de otimizar o processo de veiculação da informação e facilitar a comunicação entre quaisquer pessoas que usufruam destes recursos. Além disso, estes recursos, ao serem usados de modo crítico pelo(a) professor(a) no processo de ensino e aprendizagem, podem instigar os(as) estudantes na busca pelo conhecimento, bem como propiciar meios que possam auxiliar na compreensão de conceitos abstratos.

Não obstante, antes de prosseguirmos, é importante situarmo-nos na questão de como se deu a inserção das TIC na Educação Nacional.

2.3. TIC na Educação Brasileira: breve histórico

³ Júlio Emílio Diniz-Pereira (2008, 2015) traz à tona a perspectiva de que formação inicial ocorre antes de iniciar a graduação (*sui generis*), enquanto que a acadêmico-profissional é aquela durante o período de graduação e estágio nas Escolas.

A implantação do computador no processo de ensino aprendizagem da Educação brasileira remota da década de 1970, época em que ocorreram algumas atividades experimentais de uso das TIC no processo de ensino e aprendizagem – EA – feitas em Instituições de Ensino Superior – IES. Já na década de 1980, ocorrem alguns seminários nacionais em parcerias com instituições internacionais cujo objetivo foi de discutir e direcionar políticas públicas neste segmento, elencar dados de modo a desenvolverem projetos-piloto, embasados em “reflexões dos especialistas das áreas de educação, psicologia, informática e sociologia” (Moares, 1997, p. 5), bem como o desenvolvimento de um “caminho próprio para a informatização de sua sociedade, fundamentado na crença de que tecnologia não se compra, mas é criada e construída por pessoas” (MOARES, 1997, p. 1). Desta forma,

a implantação das TIC na Educação vai além de prover acesso à tecnologia e automatizar práticas tradicionais. Elas têm de estar inseridas e integradas aos processos educacionais, agregando valor à atividade que o aluno ou o professor realiza, tal como acontece com a integração em atividades de outros segmentos laborais. (ALMEIDA; VALENTE, 2016, p. 32)

Para instituição, consolidação e melhor estruturação deste viés na Educação Nacional foram criadas a Comissão Coordenadora das Atividades de Processamento Eletrônico (Capre), Empresa Digital Brasileira (Digibras) e a Secretária Especial de Informática (SEI) (NASCIMENTO, 2007). Inclusive, é importante salientar que a SEI surge como uma entidade regulatória, supervisora e de fomento para “o desenvolvimento e a transição tecnológica do setor” (NASCIMENTO, 2007, p. 14).

Segundo Moraes (1997), por intermédios da SEI, o MEC

assumiu o compromisso para a criação de instrumentos e mecanismos necessários que possibilitassem o desenvolvimento de estudos e o encaminhamento da questão, colocando-se à disposição para implementação de projetos que permitissem o desenvolvimento das primeiras investigações na área. (MOARES, 1997, p. 2)

Destes seminários, consubstanciou “importantes recomendações norteadoras da Política de Informática na Educação” (MOARES, 1997, p. 5). Inclusive, recomendações nas quais deveriam ser “balizadas por valores culturais, sócio-políticos e pedagógicos da realidade brasileira” deixando claro que as atribuições pedagógicas deveriam sobressair em relação à parte tecnológica durante a construção dos planejamentos (MOARES, 1997, p. 4).

Destes momentos reflexivos, em março de 1983, após criação da Comissão Especial pela SEI, é apresentado o Projeto EDUCOM, cuja proposta interdisciplinar foi a de criação de projetos-pilotos nas IES do país para realização de pesquisas tendo como exigências que essas

fossem feitas em Escolas Públicas, em maiores destaques, as de 2º grau⁴, a partir de critérios e metodologias preestabelecidas (MOARES, 1997; NASCIMENTO, 2007). Tal projeto ficou sob a responsabilidade do Centro de Informática do MEC – CENIFOR que contou com aporte financeiro e delegações de competências definidos e protocolados em documento no qual MEC, SEI, CNPq⁵ e FINEP⁶ e FUNTEVÊ⁷ são signatários (MOARES, 1997; NASCIMENTO, 2007).

A partir deste marco, segundo Moraes (1997), o MEC passa a ser responsável pelo projeto. Embora houvesse problemas de cunho financeiro, “percalços, interesses velados, e tentativas de obstrução da pesquisa, o Projeto EDUCOM cumpriu o seu papel” (MOARES, 1997, p. 8).

Ao longo da década de 1980 e início da década de 1990, várias etapas, projetos, trabalhos e pesquisas ligados diretamente ao Projeto EDUCOM foram feitos (NASCIMENTO, 2007). Como consequência de toda esta trajetória, teve-se, em 9 abril de 1997, o lançamento do Programa Nacional de Informática na Educação – PROINFO (MOARES, 1997; NASCIMENTO, 2007; DELLAGNELO, 2017) “pela Portaria nº 522/MEC, que, em seu primeiro artigo, dispõe sobre sua finalidade: ‘disseminar o uso pedagógico das tecnologias de informática e telecomunicações nas escolas públicas de Ensino Fundamental e médio pertencentes às redes estadual e municipal’” (BASNIAK; SOARES, 2016, p. 202) cuja

principal ação [...] em relação aos estados e municípios estava relacionada à montagem de laboratórios de informática nas escolas e à promoção de cursos de formação sobre tecnologia educacional direcionados aos núcleos de tecnologia educacional (NTE) ligados às secretarias de educação.
(DELLAGNELO, 2017, p. 35)

A autora ainda completa que devido a tais investimentos não terem seguido um padrão em todo território nacional houve, como a mesma cita, “níveis distintos de adoção de tecnologia em suas redes de ensino” (DELLAGNELO, 2017, p. 35). Além disso, segundo amplo trabalho sobre o ProInfo feito pelas autoras Basniak e Soares (2016), o programa estava ligado à Secretaria de Educação à Distância, bem como as secretarias de educação do Distrito Federal, dos Estados e Municipais. As autoras também citam que foram implantados “até o final de 1998, 119 Núcleos de Atendimento Educacional em 27 estados e no Distrito Federal; e capacitou, por intermédio de cursos de especialização em Informática em Educação (360 horas), cerca de 1.420 multiplicadores para atuarem nos NTEs” (p. 202). Nascimento (2007) informa que tais espaços possuem a função de auxiliar os professores da Educação Básica em como

⁴ Termo designado ao que período escolar que hoje é denominado Ensino Médio

⁵ Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

⁶ Financiadora de Estudos e Projetos

⁷ Fundação Centro Brasileiro de TV Educativa

aderirem ao uso das TIC em suas *práxis*. Inclusive, retrata que “a capacitação dos professores é realizada a partir desses núcleos os quais os agentes multiplicadores dispõem de toda a estrutura necessária para qualificar os educadores a fim de utilizar a internet no processo educacional” (NASCIMENTO, 2007, p. 33).

Prosseguindo a respeito do ProInfo, Costa (2015, p. 54) relata que em 2007, sob o viés “da inclusão e democratização tecnológica” o programa passou por uma redefinição tornando-se, então, após o Decreto nº 6.300, Programa Nacional de Tecnologia Educacional cujo propósito passa a ser a promoção do “uso pedagógico da informática na rede pública de Educação Básica” (BASNIAK; SOARES, 2016, p. 202). E tal finalidade fica bem marcada já no Art. 1º.

Art. 1º O Programa Nacional de Tecnologia Educacional – ProInfo, executado no âmbito do Ministério da Educação, promoverá o uso pedagógico das tecnologias de informação e comunicação nas redes públicas de educação básica.

Parágrafo Único. São objetivos do ProInfo: – promover o uso pedagógico das tecnologias de informação e comunicação nas escolas de educação básica das redes públicas de ensino urbanas e rurais;

II – fomentar a melhoria do processo de ensino e aprendizagem com o uso das tecnologias de informação e comunicação;

III – promover a capacitação dos agentes educacionais envolvidos nas ações do Programa. (BRASIL. MEC, 2007).

A partir deste marco, segundo as autoras Basniak e Soares (2016), o MEC passa a ser responsável por todos os trâmites necessários para implantação de laboratórios de informática nas escolas públicas da Educação Básica. Além disso, as autoras informam que é de incumbência dos Estados, Distrito Federal e Municípios fornecer toda infraestrutura para receber os equipamentos e disponibilizar profissionais capacitados para melhor uso e manutenção desses e do espaço.

Em vista disso, concordamos com os autores Júnior e Cirino (2016), ao apontarem que “desta forma, o ProInfo auxilia na formação de um espaço escolar que privilegie as interações sociais, integrando os demais espaços de conhecimento, como os espaços virtuais e os informais” (p. 105).

Não obstante, ponderamos que não basta apenas a implantação dos recursos, até porque,

é preciso também ressaltar o “tempo” de o professor aprender concepções pedagógicas diferentes. Isso não pode ser visto como fator negativo, visto poder deflagrar demora ou retrocesso no próprio processo de aprendizagem. Todavia, trata-se de um momento de reflexão, do repensar a prática, além de discutir e analisar o que foi aprendido e iniciar a aplicabilidade no cotidiano da sala de aula. (JÚNIOR, 2018, p. 193).

Logo, é importante pensarmos o quanto as Instituições de Ensino, sejam elas da EB, Ensino Técnico e ES têm se apropriado das TIC no intuito de facilitar, otimizar e/ou aprimorar o processo de EA. Além disso, reflexionarmos a respeito disso se faz pertinente, porque os jovens contemporâneos estão muito ligados às tecnologias e, assim, é importante propormos novas estratégias pedagógicas, as quais, possam agregar as TIC ao processo de EA de modo a propiciar o alcance de patamares mais elevados, conforme defende Júnior e Cirino (2016) ao relatar que o uso do computador na qualidade de meio “adaptável a maioria das perspectivas de ensino e aprendizagem, [contribui] para a melhoria destes complexos processos” (p. 106).

Em consonância com o “novo perfil dos educandos”, temos aqueles(as) que são denominados(as) “nativos digitais” (PRESNKY, 2001, p. 1). Ou seja, pessoas que nasceram inseridos já na dita “Era Digital”. Percebemos, quando observamos as crianças na última década, aproximadamente, que possuem habilidades incríveis de manusear artefatos tecnológicos como computador, smartphones, tablets, dentre outros, naturalmente. Consensualmente, Ribeiro *et. al.* (2007) já apontavam a realidade de diversos docentes cujo despreparo na utilização das tecnologias não foi “ensinada ou trabalhada” durante período de formação acadêmico-profissional, podendo, inclusive, estender para o campo da formação continuada.

Logo, pautado na questão da formação acadêmico-profissional o Ministério da Educação, MEC, na resolução nº 2, de julho de 2015, a qual define as Diretrizes Nacionais para a Formação Acadêmico-Profissional, estabelece que:

Art. 5º A formação de profissionais do magistério deve assegurar a base comum nacional, pautada pela concepção de educação como processo emancipatório e permanente, bem como pelo reconhecimento da especificidade do trabalho docente, que conduz à práxis como expressão da articulação entre teoria e prática e à exigência de que se leve em conta a realidade dos ambientes das instituições educativas da educação básica e da profissão, para que se possa conduzir o(a) egresso(a):

VI – ao uso competente das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para o aprimoramento da prática pedagógica e a ampliação da formação cultural dos(das) professores(as) e estudantes;

IX – à aprendizagem e ao desenvolvimento de todos(as) os(as) estudantes durante o percurso educacional por meio de currículo e atualização da prática docente que favoreçam a formação e estimulem o aprimoramento pedagógico das instituições. (BRASIL, 2015, p. 06)

Percebemos, neste momento, a nítida e notória necessidade de propiciar momentos de reflexões e discussões a respeito das TIC enquanto formação acadêmico-profissional bem como na formação continuada. Desenvolver momentos, seja dentro de alguma disciplina ou mesmo em disciplinas próprias, bem como em cursos de formação continuada, nos quais, futuros(as)

professores(as), ou docentes já formados(as), tenham a oportunidade de se familiarizarem com algumas estratégias de ensino e, possivelmente, apropriarem-se dessas em sua *práxis*. Até porque, reiteramos que a apropriação de uma nova forma de lecionar demanda um certo tempo (JÚNIOR, 2018) e prática de maneira que os(as) professores(as) conheçam as devidas potencialidades e limitações de tais recursos, além de, através do senso crítico desenvolvido ao longo da formação e/ou da prática, saberem o melhor momento, a que conceito, ou conteúdo, e quais recursos deverá utilizar TIC como auxiliadora do processo de mediação do conhecimento. E por falar em recurso, é chegado o momento de explicitarmos a respeito do qual iremos utilizar, a simulação. Não obstante, primeiramente, julgamos ser fundamental estar a par do que se referem os Objetos de Aprendizagem.

2.4. Os Objetos de Aprendizagem

A respeito dos Objetos de Aprendizagem (OA), citados introdutivamente, temos que, segundo Oliveira *et. al.* (2010) há diversas definições a respeito desse recurso. Uma dessas definições é dado por Tarouco *et. al.* (2003). Segundo autoras e autor, Objeto de Aprendizagem é definido

como qualquer recurso, suplementar ao processo de aprendizagem, que pode ser reusado para apoiar a aprendizagem. O termo objeto educacional (*learning object*) [objeto de aprendizagem] geralmente aplica-se a materiais educacionais projetados e construídos em pequenos conjuntos com vistas a maximizar as situações de aprendizagem onde o recurso pode ser utilizado. (TAROUCO *et. al.*, 2003, p. 2)

Outra definição é encontrada no site da Rede Internacional Virtual de Educação⁸ – RIVED –, em que, “um objeto de aprendizagem é qualquer recurso que possa ser reutilizado para dar suporte ao aprendiz” e explicitam que o OA tem como intuito ser algo em que se possa “quebrar” para, da melhor forma possível, ser remontado de tal modo a ser reutilizado em diversas estratégias de ensino, como também em vários ambientes de aprendizagem.

Para Oliveira *et.al.* (2010) Objetos de Aprendizagem podem ser compreendidos “como uma aplicação educacional com principal característica e possibilidade de reutilização de seus recursos em diferentes contextos, construídos para servir como uma ferramenta de apoio para os professores em ambientes divergentes” (p.20).

Portanto, algo é consensual entre as definições, o OA trata-se de um recurso que pode ser, de modo planejado, utilizado em diversas situações durante o processo de ensino e

⁸ http://rived.mec.gov.br/site_objeto_lis.php

aprendizagem. Além disso, podem ser empregados para lecionar mais de um determinado conceito ou conteúdo. Um outro ponto a respeito dos OA é que podem ser pensados como blocos (TAROUCO, 2003) e, partindo desta premissa, o(a) professor(a), usando da criatividade que possui, pode reorganizá-los de tal modo a construir um novo OA mais complexo (AGUIAR; FLÔRES, 2014). E é neste sentido que julgamos mais apropriado definirmos os objetos de aprendizagem, como recursos elementares multifacetados que dispõem de valores educacionais intrínsecos e potenciais, como também, dependendo do “tamanho”, podem ser bem versáteis ou, extremamente, específicos, mas devem ser incorporados na prática professoral de modo planejado com intuito de potencializar a aprendizagem, instigar a participação, colaboração e interação dos(as) estudantes, de modo individual e coletivo, tornando-os(as) partícipes ativos na construção do próprio conhecimento.

Mas por quais razões usarmos um Objeto de Aprendizagem?

Para Carvalho *et. al.* (2019), “o uso de Objetos de Aprendizagem traz consigo diversos benefícios, visto que, em sua maioria, permitem um ensino mais independente, interativo, dinâmico e personalizado” (p. 266). Já para Sampaio e Almeida (2010), a “relevância de se utilizar os OA está no fato destes promoverem uma aprendizagem do tipo colaborativa, ou seja, essa ferramenta pedagógica permite a construção do conhecimento porque contempla a interação e a cooperação entre parceiros” (p. 66). As autoras Aguiar e Flôres (2014) e Carvalho *et. al.* (2019) aludem para outra vantagem dos OA, mais especificamente, as simulações, as quais detalharemos no próximo item. Logo, vai ao encontro do que já apresentamos sobre a função que o(a) professor(a) deve desempenhar ao adotar as TIC como estratégia de ensino, a de mediador(a) do conhecimento. Ou seja, os OA podem estimular nos(as) estudantes o interesse pelo conteúdo ou conceito abordado, o trabalho em grupo, bem como o desenvolvimento de relações interpessoais (CARVALHO *et. al.*, 2019) e, assim, sentirem-se motivados a participarem, ativamente, da aula. De modo consensual, Sampaio e Almeida (2010) discorrem que “os OA na sala de aula podem tanto acelerar processos individuais de aprendizagem quanto possibilitar que os alunos ajudem-se mutuamente sob a mediação do professor” (p. 66).

Entretanto, para que um recurso seja designado como OA, Singh (2001, APUD, AGUIAR; FLÔRES, 2014) informa que esse precisa ter três características; *objetivos*, definindo “quais objetivos pedagógicos norteiam o uso do objeto”, bem como os pré-requisitos necessários para melhor utilização desse; *conteúdo instrucional*, como o próprio nome infere, “é a apresentação do material didático necessário para que o aluno possa atingir os objetivos propostos” e; *prática e feedback*, cuja definição trata-se do *modus operandi* por parte dos(as)

discentes durante o uso do OA, ou seja, se a utilização tem sido efetiva ou o que será necessário fazer para que tal processo ocorra de modo frutífero (p. 15).

Assim, vamos agora falar a respeito do artefato tecnológico que escolhemos para ser nosso Objeto de Aprendizagem, a simulação.

2.5. A simulação, nosso Objeto de Aprendizagem

Tais recursos, segundo Carvalho *et. al.* (2019), “permitem aos estudantes a familiarização com situações que na prática envolveriam risco, demandariam tempo, envolveriam muito custo ou que seriam impossíveis” (p. 266). De modo complementar, Aguiar e Flôres (2014) citam que a simulação pode facilitar a compreensão de conceitos complexos além de permitir que o estudante interaja com a mesma manipulando parâmetros e, assim, observe determinadas “relações de causa e efeito dos fenômenos” (p. 12).

Buscando agora retratar a respeito da simulação e correlacioná-la com o conceito de EQ, Carobin e Neto (2003) falam que quando visualizado ao mesmo tempo, “comportamento cinético molecular e a construção do gráfico” de concentração em função do tempo, pode propiciar uma melhor compreensão, pelo estudante, acerca da “reversibilidade” e o dinamismo de um estado de EQ (p.2). De modo complementar, *Conceição et. al.* (2017, p. 137), afirma que as simulações evidenciam “os aspectos cinéticos e termodinâmicos das interações [...] e constroem um sólido arcabouço conceitual de Química [bem como] [...] a complexidade e a beleza contidas nos processos que ocorrem ininterruptamente na natureza”. Além disso, Jimoyiannis e Komis (2001) trazem à tona sobre a questão em que os estudantes podem interagir com a simulação diretamente. Para isso, os autores, nos dizem que “as simulações por computador oferecem uma grande variedade de oportunidades para modelar conceitos e processos” (p. 185. TRADUÇÃO NOSSA). Desse modo, segundo os autores, os estudantes podem modificar as condições do meio e criar uma relação destas alterações com o conceito. Ou seja, a simulação permite ao estudante, em tempo real, averiguar como se procede o Princípio de Le Châtelier.

Diante disso, algo fica nítido, o estudante estimulado a ter um papel mais ativo no processo de construção do próprio conhecimento. E isso, conseqüentemente, exige uma “ação dialógica do professor, do seu olhar crítico e experiente para promover uma mediação pedagógica salutar à aprendizagem discente” (MACHADO, 2016, p. 105). De modo consensual, Júnior e Cirino (2016, p.106) vão dizer que “essa atmosfera dialógica abre novas perspectivas para a elaboração de significados em salas de aulas de Química”. Percebemos,

então, a importância de um estudo mais aprofundado do uso das TIC, mais precisamente de um de seus artefatos, a simulação, como Objeto de Aprendizagem em uma estratégia de ensino que incite a participação mais ativa dos(as) estudantes, realizada em laboratório de informática.

Portanto, chegamos ao momento de pensarmos sobre o quão importante poderá ser a apropriação e utilização das TIC, mais precisamente dito, de uma simulação, empregada sob a óptica dos Objetos de Aprendizagem – OA, como ferramenta que auxilie o docente na mediação da construção do conceito de Equilíbrio Químico – EQ junto aos alunos. Porém, não sejamos ingênuos de pensar que não haja alguma fragilidade na má adequação, serventia, dessa para o processo de EA. Em concordância com esta postura, Carneiro e Passos (2014) alertam para que o uso de recursos oriundos das TIC ocorra de modo profícuo é importante que o(a) professor(a) conheça as devidas potencialidades e fragilidades de tal recurso. Sendo assim, indaguemos.

Quais as potencialidades e fragilidades da utilização de uma simulação no processo de ensino e aprendizagem do conceito de Equilíbrio Químico (EQ)?

Tal questionamento se faz pertinente tanto pela importância do tema quanto pela necessidade de ampliação dos trabalhos nessa área. De fato, conforme apontado em um levantamento feito por Carvalho e Lopes (2019) em relação a trabalhos apresentados no Encontro Nacional de Ensino de Química – ENEQ –. Segundo os autores, no intervalo de tempo compreendido entre 2006 e 2016 o número de trabalhos submetidos a este evento nesta linha temática foram de 254 ao todo, sendo que, dentre esses, apenas seis estavam relacionados de algum modo ao conceito de EQ, dos quais, apenas um, cujo título é “A utilização de hiperdocumento no ensino de equilíbrio químico”, apresentado no ENEQ de 2008 chegou a ser aplicado em sala de aula. Todos os demais trabalhos foram desenvolvidos, ao menos conforme indicado nos trabalhos e no momento de sua publicação, apenas com viés teórico, o que evidencia a importância do presente trabalho.

3. OBJETIVOS

Elencamos a seguir, os objetivos em duas categorias, geral e específicos, de modo a melhor demonstrar a respeito do que pretendemos alcançar com esta pesquisa.

3.1. Objetivo geral

Averiguar a(s) potencialidade(s) e fragilidade(s) do uso de uma simulação como ferramenta que favoreça o processo de ensino e aprendizagem do conceito de Equilíbrio

Químico, mais especificamente o conceito de reversibilidade.

3.2. Objetivos específicos

- Determinar o perfil acadêmico-profissional de docentes de química da educação básica do município de Juiz de Fora sobre o conceito de Tecnologias da Informação e Comunicação e o conceito de Equilíbrio Químico na Educação Básica.
- Selecionar um(a) professor(a) para elaborar e ministrar uma estratégia de ensino utilizando uma simulação como Objeto de Aprendizagem.
- Auxiliar os professores, por meio de uma apresentação, na busca de simulações – Objetos de Aprendizagem – em Repositórios de Objetos de Aprendizagem (ROAs), como Banco Internacional de Objetos Educacionais⁹, Rede Internacional Virtual de Educação¹⁰ dentre outros, para construção de uma estratégia de ensino para o lecionar o conceito de Equilíbrio Químico em uma perspectiva contemporânea.
- Propor, discutir e avaliar uma estratégia de ensino e aprendizagem para o ensino de Equilíbrio Químico no Ensino Médio.

4. VIÉS METODOLÓGICO

Descreveremos, a seguir, o caminho percorrido para realização desta pesquisa. E, no intuito de melhor apresentarmos o viés metodológico, optamos por separar cada etapa realizada em tópicos.

Inicialmente, no tópico 4.1. *Levantamento do perfil dos professores de química e Seleção do(a) professor(a) para aplicação do Objeto de Aprendizagem*, detalharemos o perfil dos(as) professores de acordo com formação, conhecimento a respeito de TIC e OA e prática pedagógica exercida para lecionar o conceito de EQ, além dos trâmites para a escolha de qual professor(a) irá ministrar uma intervenção utilizando uma simulação para lecionar o conteúdo de EQ.

Em seguida, no tópico 4.2. *Elaboração de uma estratégia de ensino utilizando simulação como objeto de aprendizagem*, retrataremos a forma como procuramos uma simulação, realizamos a verificação da compatibilidade desta simulação com os computadores do laboratório de informática da Escola e a produção do conteúdo instrucional, além de um

⁹ <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>

¹⁰ http://rived.mec.gov.br/site_objeto_lis.php

contato primeiro com o professor e a professora selecionados para realizarem a intervenção pedagógica.

Prosseguindo, no tópico 4.3. *Intervenção usando uma simulação para ensino de Equilíbrio Químico*, apresentaremos a forma como foi planejada uma possível estratégia de ensino usando simulação como objeto de aprendizagem.

Por fim, no tópico 4.4. *Entrevista final: reflexões após a intervenção*, trataremos o detalhamento de como estruturamos uma entrevista, na qual o(a) professor(a) apresenta suas reflexões sobre a estratégia de ensino adotada.

Os nomes dos(as) professores(as) respondentes que apresentaremos a seguir são fictícios a fim de mantermos a anonimidade dos(as) partícipes desta pesquisa. O mesmo foi feito para os nomes dos(as) estudantes no capítulo de resultados.

4.1. Levantamento do perfil dos professores de química e seleção do(a) professor(a) para aplicação do Objeto de Aprendizagem

Antes de selecionarmos o(a) professor(a) que ministraria uma intervenção usando uma simulação como OA, buscamos, através da aplicação de questionário online¹¹, delinear os perfis dos docentes do município de Juiz de Fora segundo os seguintes critérios:

A formação acadêmico-profissional

Utilização das Tecnologias da Informação Comunicação durante esta formação

Conhecimento acerca de Objeto de Aprendizagem

Estratégia de Ensino utilizada para lecionar o conceito de Equilíbrio Químico

Optamos pelo questionário devido a ser “uma técnica de investigação composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, [...], etc.” (GIL, 2008, p. 121). Além disso, “as respostas a essas questões é que irão proporcionar os dados requeridos para descrever as características da população pesquisada[...]” (GIL, 2008, p. 121). Ademais, a escolha do questionário online permite ao(à) respondente estar em local, hora e momento que se sinta confortável para responde-lo. A seguir, apresentamos um quadro que consta as perguntas que os(as) professores(as) partícipes desta pesquisa responderam.

¹¹ Link do questionário online: <https://forms.gle/4JwMrYtMZDnQcdfn6>

Quadro 1: Questionário Online para professores(as).

Primeiro Contato	
Prezado(a) Professor(a), por gentileza, poderia responder as questões a seguir. Elas são de grande importância para minha pesquisa e tem a finalidade de auxiliar-me no delineamento dos diversos perfis dos(as) professores(as) da Educação Básica.	
Formação Acadêmico-Profissional	
1.	A formação acadêmico-profissional é aquela referente ao período de graduação. Em relação a este momento de formação, por gentileza, responda:
a.	Em qual curso você é formado(a)?
i.	Licenciatura em Química <input type="checkbox"/>
ii.	Bacharelado em Química <input type="checkbox"/>
iii.	Licenciatura e Bacharelado em Química <input type="checkbox"/>
iv.	Outro: _____
2.	O que você sabe a respeito de Tecnologias da Informação e Comunicação [TIC]? Qual sua opinião sobre este recurso?
3.	Durante este processo formativo, você teve acesso e/ou fez uso de TIC?
a.	Não <input type="checkbox"/>
b.	Sim <input type="checkbox"/>
4.	Se sim, quanto? Como?
5.	O que você sabe a respeito de Objetos de Aprendizagem? Qual sua opinião sobre este recurso?
Prática Docente	
Pensando agora em um momento de atuação em sala de aula, por gentileza, responda:	
1.	Você já lecionou o conteúdo de Equilíbrio Químico?
a.	Não <input type="checkbox"/>
b.	Sim <input type="checkbox"/>
2.	Em caso afirmativo, qual(is) metodologia(s) de ensino utilizou, ou utiliza?
3.	Por quê?
4.	Qual(is) atividades/ações que os(as) estudantes realizaram?

Fonte: Dados da Pesquisa 2019

Para análise das respostas do questionário online recebidas por meio do *Google Forms*, das transcrições dos encontros, das transcrições das intervenções usando simulação como AO e da transcrição da entrevista com a professora utilizamos Análise de Conteúdo, a qual,

segundo Bardin (1977), trata-se de “conjunto de técnicas de análise das comunicações” (p. 31. GRIFO DA AUTORA). Por meio da Análise de Conteúdo, elencamos, inicialmente, as “unidades de codificação” que podem ser “a palavra, a frase, o minuto, centímetro quadrado” (BARDIN, 1977, p. 36) e, a partir destas unidades de codificação e a devida triangulação dos dados, é que fizemos todas as análises visando apontar as possíveis potencialidades e fragilidades do uso de uma simulação no processo de ensino e aprendizagem do conceito de Equilíbrio Químico.

Para que os(as) professores(as) tivessem acesso ao questionário online optamos em enviar o link por e-mail. Para conseguir os e-mails de dos(as) docentes, entramos em contato com a Superintendência Regional de Ensino de Juiz de Fora – SRE Juiz de Fora. A secretária da SER – Juiz de Fora, foi muito solícita ao nos atendermos. Embora tenha informado que não possuía o e-mail pessoal dos(as) professores(as) de Química que trabalham nas Escolas Estaduais de JF, nos forneceu os e-mails de todas as Escolas Estaduais do município. Então, através do e-mail endereçado à todas as Escolas, enviamos, no corpo do e-mail, uma explicação acerca do se tratava, uma carta (Apêndice 1) aos(as) professores(as) na qual buscamos nos apresentar, bem como falar um pouco a respeito da pesquisa e solicitar que, se possível, os(as) professores(as) respondessem ao questionário, cujo link constava na carta. Concomitante a este documento constou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (Apêndice 2), que foi aprovado pelo Comitê de Ética da UFJF com número de aprovação 3.480.749, cujo propósito era de informar os benefícios que os(as) professores(as) teriam ao participar da pesquisa, os devidos riscos que a escolha em participar dessa poderia implicar, além do projeto da pesquisa, no intuito de, caso fosse do interesse dos(as) professores(as), saberem com maior profundidade a respeito da pesquisa. Posteriormente, selecionaríamos alguns(mas) professores(as) de perfis distintos para fazermos uma entrevista semiestruturada, individual, no intuito de buscarmos ampliar nosso conhecimento em relação à prática docente desses professores. Inclusive, se o(a) docente faz ou não uso das TIC em sala de aula. A escolha pela entrevista semiestruturada, foi devido a, primeiramente, termos um contato pessoal com os(as) respondentes dos questionários e apresentarmos melhor sobre a pesquisa que participavam. Em segundo, este tipo de método pode propiciar um espaço mais flexível para as indagações, uma vez que há uma certa sutileza para o(a) professor(a) explicitar a respeito da prática docente. Gil (2008) nos diz que “as entrevistas por pautas [semiestruturada] são recomendadas sobretudo nas situações em que os respondentes não se sintam à vontade para responder a indagações formuladas com maior rigidez” (p. 112). Além disso, a entrevista semiestruturada pode ser entendida como um momento, no qual, o entrevistador apresenta alguns conceitos ao(à)

entrevistado(a), e, após a apresentação, abre espaço para que o(a) entrevistado(a) possa comentar, opinar, expressar suas concepções e reflexões sobre o assunto. E está de acordo com as autoras Marconi e Lakatos (2003) ao dizerem que “o entrevistador tem liberdade para desenvolver cada situação em qualquer direção que considere adequada. É uma forma de poder explorar mais amplamente uma questão” (p. 197).

Embora tenhamos optado pela estratégia de aplicação de questionário online, após um mês do envio do e-mail às Escolas, tínhamos um número reduzido de respostas, a saber três. Sendo que, é importante destacar, uma respondente, a professora Beatrice, antes mesmo do envio dos questionários, já tinha demonstrado interesse em participar das atividades que seriam realizadas. Além disso, os(as) respondentes tratavam-se de professores(as) que já possuíam algum contato com o pesquisador e o Grupo de Pesquisa¹² do qual o pesquisador faz parte.

Então, diante do baixo número de respondentes, desenvolvemos a seguinte estratégia: imprimimos 50 cópias da carta que enviamos por e-mail, colocamos em envelopes e fomos em todas as escolas públicas estaduais ligadas à SRE de Juiz de Fora entregá-las, em mãos, a cada professor(a). Ainda assim, somente depois de quatro meses viemos a ter mais uma respondente e no mês seguinte mais um. Porém, diante do tempo definido para o mestrado tomamos a decisão de selecionar o professor Renan e a professora Beatrice. O critério utilizado para escolha foi o fato de que o conceito de Equilíbrio Químico vem sendo ministrado para turmas do 3º ano Ensino Médio nas Escolas Estaduais de Juiz de Fora, uma vez que os(as) professores(as) optam por fazerem o planejamento anual dos conteúdos a serem lecionados de acordo com o edital do Programa de Ingresso Seletivo Misto – PISM¹³ –, o qual é um dos processos de ingresso dos(as) estudantes à Universidade Federal de Juiz de Fora. Portanto, a professora Leonor, terceira respondente do questionário, não foi selecionada para prosseguir na pesquisa devido ao fato de que não lecionaria para turmas do 3º do Ensino Médio em 2019. A professora Evelyn e o professor Rafael, além de não lecionarem para estudantes do 3º ano do Ensino Médio, foram os respondentes tardios do questionário online.

Uma vez analisadas as respostas dos questionários e feitas as devidas observações, prosseguimos para a etapa seguinte, em que buscamos conhecer melhor o professor Renan e a Professora Beatrice, por meio da entrevista, além de darmos subsídios para que ambos

¹² Grupo de Estudos em Educação Química – GEEDUQ

¹³ O Programa de Ingresso Seletivo Misto (PISM) é um processo de avaliação seriada, em que os candidatos às vagas oferecidas pela UFJF participam de três módulos de avaliação (I, II e III), um ao final de cada ano do Ensino Médio. Esse sistema busca uma maior interação entre o Ensino Médio e o Superior, já que avalia os conhecimentos do estudante ano a ano, sendo cobrado, em cada prova, conteúdo cumulativo dos anos anteriores conforme Resolução nº58/2011. <<https://www2.ufjf.br/copese/vestibular-pism-2/dicas-e-duvidas/duvidas-frequentes/>>

pudessem, a partir de suas *práxis* elaborar uma estratégia de ensino utilizando simulação para o ensino do conceito de Equilíbrio Químico.

4.2. Elaboração de uma estratégia de Ensino utilizando Simulação como Objeto de Aprendizagem

Após os procedimentos descritos, partimos para a seleção de simulações que pudessem ser categorizadas e utilizadas(as) como Objeto de Aprendizagem – OA –. Além disso, procuramos um OA que pudesse ser utilizado de acordo com os equipamentos disponíveis nos laboratórios de informática das Escolas, uma vez que é possível ocorrer incompatibilidade da simulação com o sistema operacional instalados nos computadores. Ademais, de fácil manuseio, tanto por parte do(a) docente quanto por parte dos(as) estudantes.

4.1.1. Seleção do Objeto de Aprendizagem

A busca pelo OA que fosse adequado ao conceito a ser lecionado, bem como o desenvolvimento do conteúdo instrucional – roteiro –, perpassou por vasta exploração pela internet através do uso dos seguintes descritores: animação, equilíbrio químico, simulação, reversibilidade. Os critérios para escolha foram alicerçados pela definição de OA da Tarouco *et. al.* (2003).

Primeiramente, pesquisamos nos seguintes repositórios:

Banco Internacional dos objetos educacionais¹⁴;

Laboratório Didático Virtual¹⁵;

Coletânea de Entidades de Suporte ao Uso das Tecnologias na Aprendizagem¹⁶;

Núcleo de tecnologia digital aplicada à educação¹⁷;

Phet Interactive simulations – University of Colorado Boulder¹⁸;

Rede Interativa Virtual de Educação¹⁹ – RIVED (MEC); e

Portal do professor²⁰ (MEC)

Todavia, encontramos a simulação²¹ que utilizamos em pesquisa realizada no Google.

¹⁴ <http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/>

¹⁵ <http://www.labvirt.fe.usp.br/>

¹⁶ <http://www.cinted.ufrgs.br/CESTA/>

¹⁷ <http://www.nuted.ufrgs.br/>

¹⁸ Phet Interactive simulations – University of Colorado Boulder

¹⁹ <http://rived.mec.gov.br/>

²⁰ <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/index.html>

²¹ <https://sites.google.com/site/ctinteractives/NH3.swf> - Acessada em 08/05/2019

Assim, uma vez escolhida a simulação, partimos para a elaboração de um encontro com professor Renan e professora Beatrice, a qual descreveremos com em detalhes no próximo item.

4.1.2. Elaboração de um encontro para apresentação dos conceitos de Tecnologias da Informação e Comunicação, Objetos de aprendizagem e relação professor-estudante

Aprofundando mais sobre a entrevista, essa foi planejada e realizada sob uma perspectiva expositiva-dialogada, em que tanto o professor Renan quanto a professora Beatrice tiveram total liberdade para exporem suas opiniões, comentários, reflexões e inquietações à medida que o pesquisador fosse realizando a apresentação, além de, caso desejassem, ao final da apresentação fazerem suas considerações. Inicialmente, o pesquisador apresentou a respeito do conceito de Tecnologias da Informação e Comunicação e os tipos de recursos que estas oferecem dando ênfase aos Objetivos de Aprendizagem. Aproveitando o tema, explicitou acerca do que são os Objetos de Aprendizagem, algumas características necessárias para que um material seja categorizado como um OA, além de algumas fontes (repositórios) online. Em seguida o pesquisador falou sobre a ideia do envolvimento dos(as) estudantes neste tipo de abordagem, deixando claro também que o(a) professor(a) não será substituído(a) pelas máquinas, mas que, de modo estruturado, planejado e bem organizado seja o(a) mediador(a) do conhecimento. O pesquisador também explicitou acerca da importância de se apropriarem deste recurso – TIC –, de modo a, possivelmente, melhorarem o processo de EA.

Com isso em mente, buscou-se oferecer as bases para o(a) professor(a) elaborar uma estratégia de ensino de maneira que viesse a propiciar as potencialidades e averiguar possíveis fragilidades do processo de EA envolvendo o OA escolhido, uma simulação.

Após esta apresentação, o pesquisador fez o convite ao professor Renan e à professora Beatrice para o próximo passo, a elaboração de uma estratégia de ensino com aplicação do OA e, posteriormente, ministrar a aula com base em tal estratégia. Além disso, é importante destacar que nos colocamos à disposição do professor Renan e da professora Beatrice para auxiliá-los no que fosse preciso, dentro das nossas limitações, tanto no planejamento quanto na aula, uma vez que, sabemos que apenas com a entrevista não seria suficiente para elaborarem a EE e trabalhar com a simulação sob a perspectiva dos OA. O professor Renan agradece o convite, mas devido à ausência tanto de espaço físico adequado como também de computadores ligados à internet, diz que não poderá prosseguir participando da pesquisa. O mesmo convite é feito à professora Beatrice que o aceita. Assim, fomos para a próxima etapa, a qual diz respeito à construção de uma estratégia de ensino, em que a professora utilizaria o OA e os(as) estudantes

teriam grande autonomia sob o processo de EA, ou seja, o(a) estudante como sendo agente ativo e participativo da construção do próprio conhecimento. Mas antes de descrevermos sobre esta etapa, traremos, a seguir, a etapa de construção do conteúdo instrucional cuja definição também explicitaremos com mais detalhes.

4.1.3. Construção do conteúdo instrucional

Uma vez determinado qual simulação seria utilizada iniciamos a elaboração do conteúdo instrucional – CI – (Apêndice 3). O CI nada mais é do que uma ficha técnica em que consta as devidas características e funcionalidades do OA. A base teórica que utilizamos para a forma como elaboramos o CI foi a leitura minuciosa do capítulo de livro escrito por Aguiar e Flôres (2014) intitulado “Objetos de Aprendizagem: conceitos básicos” do livro “Objeto de Aprendizagem: teoria e prática”, organizado por Tarouco (2014).

Além disso, acrescentamos uma proposta de estratégia de ensino, na qual, visa estimular a participação e melhor interação dos(as) estudantes entre si, com formação de grupos, devido ao reduzido número de computadores no laboratório de Informática da Escola, e com o OA. Em tal proposta, os(as) estudantes teriam suas concepções, de determinados conteúdos relacionados ao conceito de Equilíbrio Químico, confrontadas a todo momento. No tópico 4.3. *Intervenção com o objeto de aprendizagem: a simulação*, detalharemos melhor a respeito desta proposta.

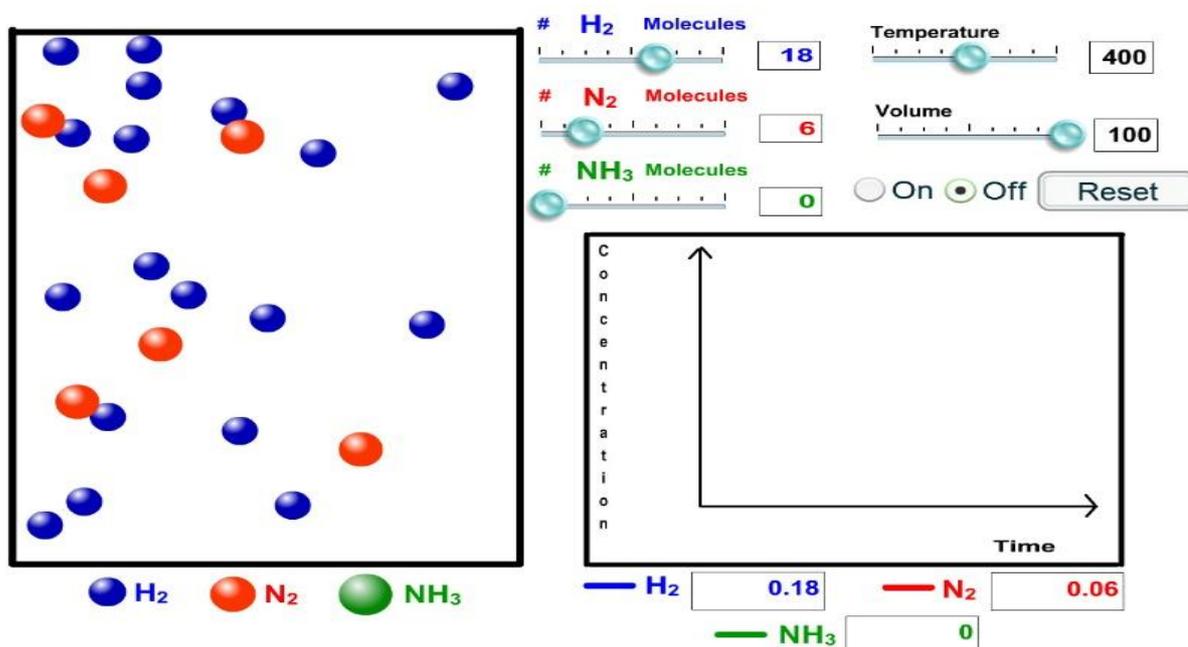
A descrição mais detalhada de cada parte da simulação consta no Apêndice 3. Uma vez definida a simulação, a próxima etapa foi de averiguar a compatibilidade entre simulação e computadores da Escola onde a professora leciona.

Além disso, é importante frisar algumas limitações que verificamos da simulação e que foram levadas em consideração para melhor ministrar a intervenção pedagógica no intuito de minimizar o possível surgimento de concepções alternativas, obstáculos epistemológicos (BACHELARD, 1996). A fim de melhor aclarar a respeito destas limitações, vejamos a figura 1, a seguir, em que temos a visão geral da simulação que foi utilizada nesta pesquisa.

Como podemos perceber, as espécies químicas, H_2 , N_2 e NH_3 são representadas por esferas, que embora de tamanhos e cores distintas, não apresenta a devida molecularidade de cada espécie química, muito menos a geometria espacial. Além disso, as colisões entre as esferas azuis (H_2) e as esferas vermelhas (N_2), que representariam a reação direta, não resulta no surgimento de esferas verdes (NH_3). A representação da reação inversa, colisão entre esferas verdes, também não ocorre. Além disso, a simulação apresenta um erro de sistema que prejudica

o uso e, então, precisa atualizar a página e refazer todo o procedimento. O erro consiste em mudar o valor de temperatura para 300 (mínimo possível), volume 50 (mínimo possível) e colocar a proporção de 1 N₂: 3 H₂ e acionar a simulação na opção “on”. Feito isso, a simulação não responde mais e a simulação do gráfico fica comprometida. A simulação só funciona se tiver acesso à internet de boa qualidade. Estas limitações foram levadas em consideração para produção do Conteúdo Instrucional bem como para durante a execução da intervenção pedagógica.

Figura 1: Vista geral da simulação



Fonte: <https://sites.google.com/site/ctinteractives/NH3.swf>

4.1.4. Averiguação da compatibilidade da simulação com o hardware disponível

Nesta etapa do processo, o pesquisador foi à Escola, solicitou, e, teve a permissão por parte da direção para acesso e uso do laboratório de informática além da liberdade para ajustes de configuração²² que fossem necessários para que as simulações pudessem funcionar adequadamente. Para tanto, houve a necessidade de instalação de um plugin²³ para rodar arquivos SWF²⁴, a qual é a extensão da simulação. Um dado muito importante foi acerca do

²² Instalação de programas que não exijam alto nível de processamento ou ocupem muito espaço no HD.

²³ Um plugin é uma aplicação que, num programa informático, acresce uma funcionalidade adicional ou uma nova característica ao software. Fonte: <https://conceito.de/plugin>

²⁴ SWF, ou “Small Web Format”, é uma extensão de arquivo para o Shockwave Flash, desenvolvido pela Macromedia. Fonte: <https://www.apowersoft.com.br/o-que-e-o-format-swf.html>

número de computadores nas quais a simulação funcionou ter reduzido. A primeira vez que o pesquisador teve acesso ao laboratório de informática da Escola haviam 16, dos 20 computadores, que funcionaram com a simulação. Os quatro computadores que não funcionavam não possuíam, de algum modo, acesso à internet. Uma semana antes de uso do laboratório de informática para ministrar a intervenção com a simulação haviam apenas 10 computadores que rodavam a simulação. Um dia antes da aula apenas sete computadores rodavam a simulação. No dia da aula somente cinco funcionaram com a simulação. E tal problemática embasa ainda mais o que foi supracitado em termos da manutenção dos equipamentos presentes nas Escolas como apontado por Dellagnelo (2017).

Iremos agora descrever a respeito da elaboração da estratégia de ensino e da forma como a qual foi ministrada e o procedimento para coleta dos dados.

4.3. Intervenção com o Objeto de Aprendizagem: a simulação

Antes de descrevermos a respeito da intervenção, a que foi ministrada em laboratório de informática, é importante citar que o pesquisador fez um acompanhamento com as turmas da professora. Em contato primevo, o pesquisador foi até à Escola em data combinada com a professora no intuito de se apresentar para cada uma das cinco turmas em que a professora leciona. O pesquisador também falou a respeito da pesquisa, a importância da participação deles(as) e que caso não quisessem participar da mesma estavam totalmente livres para decidirem. E mesmo que, durante o processo, optassem por não mais fazerem parte da pesquisa também poderiam sair sem haver prejuízo algum. Além disso o pesquisador levou os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – (Apêndice 4) aos(às) estudantes para que os pais ou responsáveis assinassem a fim de autorizarem a participação do(a) estudante com menos de 18 anos e também o Termo de Assentimento (apêndice 5) para que ficasse registrado que os(as) estudantes aceitaram participar da pesquisa. Ambos documentos também foram aprovados pelo Comitê de Ética da UFJF com o número do parecer 3.480.749.

Além disso, nesse momento a professora introduziu o conceito de EQ através de vídeos²⁵ obtidos na internet. Os vídeos foram passados em sala de aula através de Datashow.

Finalmente, a respeito da intervenção com o OA – a simulação –, a mesma foi organizada e realizada em laboratório de informática da Escola onde a professora Beatrice leciona. A EE planejada para uso da simulação foi planejada para ser realizada de modo que

²⁵ https://www.youtube.com/watch?v=X4hM_yTRVp4&t=196s
<https://www.youtube.com/watch?v=1yBjSYRB8As&t=5s>

os(as) estudantes trabalhassem em grupos, antes de realizarem qualquer interação com a simulação os(as) estudantes do grupo tinham que fazer algumas previsões, com base em suas concepções, e as devidas conclusões obtidas após a discussão, apresentá-las para turma. Uma vez apresentadas as previsões, haveriam breves discussões e, então, abrir espaço para a interação com a simulação. Este movimento teve como intuito propiciar momentos de confrontações entre as concepções prévias de conceitos relacionados ao EQ dos estudantes e as observações feitas após a interação com a simulação. Algumas observações como a previsão para influência na agitação das representações químicas após alteração no valor da temperatura e volume, concepções prévias a respeito do Princípio de Le Châtelier e as considerações foram solicitadas de serem registradas em folhas de caderno.

No que diz respeito a coleta de dados do dia da intervenção em laboratório de informática, foi feita através da gravação de vídeo e áudio com uso de equipamento de filmagem: tripé e filmadora em posição que melhor abrangesse o maior ângulo de filmagem possível. Uma medida organizativa realizada, com a finalidade de trabalhar de modo mais cadenciado, é de cada grupo formado elegesse um(a) representante, ou seja, um(a) porta-voz, o(a) qual falaria para turma quais as devidas ponderações que o grupo havia chegado em cada etapa da estratégia de ensino. A escolha pelo recurso de filmagem seguida de transcrição é devido ao fato deste recurso nos possibilitar rever a forma como a estratégia de ensino planejada de modo a traçarmos um comparativo e verificar, caso ocorra, as falhas do processo, registrar as falas tanto do(a) professora quanto dos(as) estudantes e, através da análises dessas, elencar as que apontam as devidas potencialidades e fragilidades seja do OA seja da estratégia de ensino adotada, bem como da situação em que estas ocorreram e as expressões e emoções dos(as) que foram filmados(as). Tais apontamentos exemplificam o que Lima (2015) fala a respeito das “transcrições, assim como os vídeos e áudios gravados em pesquisa, têm sua importância no âmbito de muitos trabalhos” (s/n). O autor ainda complementa dizendo que “as transcrições permitem ao pesquisador uma análise criteriosa a respeito de cada fala de seus sujeitos de pesquisa” (LIMA, 2015, s/n). Para estrutura do mapeamento das aulas e transcrições nos baseamos em Martins (2007) com as devidas adaptações. No Quadro 2: Estrutura da intervenção apresentamos a estrutura feita para o mapeamento da intervenção como um todo. Ao passo que no Quadro 3: Estrutura do tempo de cada episódio de eventos da intervenção, é a forma como apresentaremos as falas transcritas dos eventos que selecionamos para triangulação dos dados e correlacionando com a nossa fundamentação teórica apontado as devidas potencialidades e fragilidades da estratégia de ensino e Objeto de Aprendizagem adotado.

Quadro 2: Estrutura da intervenção proposta.

ESTRUTURA DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA COM SIMULAÇÃO		
C.E. ²⁶	Tipo de episódio	Descrição
A	Apresentação do OA e Organização da turma	Momento inicial da aula, organização da turma, explicação de como funciona cada detalhe da simulação e solicitação aos(às) estudantes para interagirem somente quando o professor-pesquisador autorizasse.

Fonte: Adaptado de Martins (2007)

A seguir, o Quadro 3: Estrutura do tempo de cada episódio de eventos da intervenção.

Quadro 3: Estrutura do tempo de cada episódio de eventos da intervenção proposta.

Intervenção da Turma 1				
N.O. ²⁷	T.E. ²⁸	Início	Término	Descrição
1	A	00:00	02:44	Os(As) estudantes já estão no laboratório de informática, separados(as) em grupos e o mediador pede atenção e começa a explicar a respeito da simulação. Toma o devido cuidado de dizer que tais “bolinhas” significam a representação de moléculas. Também fala a respeito de que existe dois botões, on e off, que servem para ligar e desligar a simulação. Inclusive, neste momento, é enfático em dizer que só devem acionar tais a partir do momento que forem lhe solicitado.

Fonte: Adaptado de Martins (2007)

Também é importante salientar que a professora Beatrice cederá uma hora/aula de cada turma para realizar a intervenção.

Por fim, descreveremos no próximo tópico, a respeito da entrevista feita com a professora selecionada a fim de trazermos suas reflexões após toda esta etapa da pesquisa.

4.4. Entrevista final: reflexões após a intervenção

No intuito de sabermos a opinião, reflexões e possíveis adaptações à estratégia de ensino utilizada, realizamos uma entrevista final com a professora Beatrice. Para isso, organizamos uma entrevista semiestruturada (GIL, 2008) com a finalidade de termos um momento final com a professora e, possivelmente, trazermos mais informações sobre a opinião dela a respeito de todo o processo no qual se envolveu, quais os devidos apontamentos acerca da estratégia de

²⁶ Código do Episódio.

²⁷ Número de ordem

²⁸ Tipo de Evento

ensino adotada pelo pesquisador, se em algum momento retoma o conceito de Equilíbrio Químico após a intervenção e se, em algum momento, futuro, se apropriou do uso de TIC como proposta estratégia de ensino para algum conteúdo ou conceito. As perguntas orientadoras da entrevista constam no Apêndice Y.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentaremos, a seguir, os resultados desta pesquisa e as devidas considerações feitas em consonância com a literatura apresentada, bem como algumas ponderações. Separaremos em partes a fim de irmos elencando, de modo mais estruturado e segmentado, para melhor alusão aos dados. Importante reiterar que os nomes a seguir, seja dos(as) docentes que responderam ao questionário, seja dos(as) estudantes que participarão da intervenção com o Objeto de Aprendizagem, são fictícios de modo a manter a anonimidade dos(as) participantes da pesquisa.

Primeiramente, no tópico 5.1. *Concepções dos(as) professores(as) da Educação Básica de Juiz de Fora*, traremos as informações obtidas nas respostas dadas pelos(as) professores(as) da Educação Básica da cidade de Juiz de Fora quanto ao que compreendem sobre TIC, OA e as estratégias de ensino adotadas para lecionar o conteúdo de Equilíbrio Químico.

Em seguida, no tópico 5.2. *Encontro Expositivo: Contato primevo com os professores e apresentação sobre Tecnologias da Informação e Comunicação, Objetos de Aprendizagem e o papel docente e do estudante em uma Estratégia de Ensino*, retrataremos sobre um encontro, na qual, contamos com a participação de dois docentes e buscamos apresentar, segundo nossas concepções, o que são TIC, OA, bem como convidar para a próxima etapa da pesquisa em que envolveria a construção de uma estratégia de ensino utilizando uma simulação como Objeto de Aprendizagem.

Seguiremos para o próximo tópico, 5.3. *Intervenção com o Objeto de Aprendizagem*, no qual apresentaremos os dados obtidos a partir de uma estratégia de ensino elaborada utilizando uma simulação, escolhida com base na definição de OA e, principalmente, mostraremos as possíveis potencialidades e fragilidade do uso de TIC no processo de Ensino e Aprendizagem do conceito de Equilíbrio Químico.

Por fim, terminaremos a parte de resultados com a seção, 6. *Reflexões de uma docente após presenciar o uso das Tecnologias da Informação Comunicação como estratégia de ensino*, em que traremos alguns dados obtidos a partir da entrevista final com a professora Beatrice,

após o processo de intervenção, no intuito de apresentarmos a opinião, críticas, sugestões e reflexões que a mesma desenvolveu.

5.1. Concepções dos(as) professores(as) da Educação Básica participantes da pesquisa

Inicialmente, como supracitado, retratemos aqui um pouco acerca dos primeiros participantes desta pesquisa, alguns docentes de Química da Educação Básica do município de Juiz de Fora. Embora tenhamos feito um grande esforço, como apresentado na metodologia, a fim de obtermos um significativo número de respondentes com intuito de fazermos um delineamento dos perfis dos(as) professores(as) da Educação Básica com maior abrangência, tivemos cinco participantes que são apresentados no Quadro 4. Apesar do reduzido quantitativo de respostas, obtivemos, via e-mail²⁹, por parte do Sistema Integrado de Administração de Pessoal – SISAP³⁰ –, sob solicitação protocolada de número: 01260.001578/2019-01, que há, em 2019 no município de Juiz de Fora – MG, 54 professores de Química efetivos, dos quais 14 são designados em cargos vagos, totalizando 68 professores, esse número é coerente com o número estimado em 2011, de 80 docentes, a partir do levantamento realizado por Melo (2012).

Quadro 4: Participantes primevos da pesquisa.

Nome	Formação	Pós-graduação
Beatrice	Licenciada	Mestrado em Educação
Leonor	Licenciada e Bacharela	—
Renan	Licenciado e Bacharel	Mestrado e Doutorado em Físico-Química
Evelyn	Licenciada	Mestrado em Educação em Química e Doutoranda em Educação Química
Rafael	Licenciado	Mestrando em Educação em Química

Fonte: Dados da Pesquisa 2019

De acordo com o quadro 5 é possível perceber que todo(a)s são licenciado(a)s em química e com exceção da professora Leonor o(a)s demais estavam cursando ou haviam cursado pós-graduação *strictu sensu*, sendo 3 nas áreas de Educação ou Educação em Química.

²⁹ acessoinformacao@cge.gov.br

³⁰ Portal de transparência e informações do serviço público do Estado de Minas Gerais cujo link de acesso é: <https://www.portaldoservidor.mg.gov.br/index.php/sobre-o-portal>

De acordo com o perfil levantando por Melo (2012) de fato, o número de professores de química licenciados lecionando em Juiz de fora e região é bem superior aos níveis nacionais. No caso da presente pesquisa entendemos que pode ser explicado pela necessidade da realização de diversas tentativas para conseguir retorno dos questionários que levou a um retorno maior de professores que de alguma maneira tinham algum tipo de ligação com a UFJF ou com o nosso grupo de pesquisa o GEEDUQ, o que facilitou os contatos.

5.1.1. Quanto ao que sabem acerca das Tecnologias da Informação e Comunicação e Objetos de Aprendizagem

No intento de apresentar uma nova estratégia de ensino para lecionar o conceito de Equilíbrio Químico – EQ – através do uso de simulação sob a óptica dos Objetos de Aprendizagem – OA –, é importante sabermos o que os docentes entendem a respeito de, primeiramente, Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC –, uma vez que, em determinada etapa da pesquisa, seria(m) ele(s) quem viria(m) a ministrar uma aula utilizando tal recurso. Sob esta perspectiva, Borges (2018, p.5) vem nos dizer que a “prática pedagógica” está ligada ao “domínio do [conceito, bem como na] aquisição de habilidades e busca de estratégias que viabilizem a aprendizagem em cada situação de ensino”.

Nesta direção, procura-se conhecer as perspectivas que os educadores têm no processo complexo de construção de si com a consciência de entender ou não o uso dos recursos das tecnologias em sua prática por meio da informática e outros segmentos integrados ao cotidiano escolar. (JÚNIOR, 2018, p. 195)

Embasado nesta perspectiva, fizemos a seguinte pergunta: *O que você sabe a respeito de Tecnologias da Informação e Comunicação [TIC]? Qual sua opinião sobre este recurso?* Tivemos que quatro docentes relataram que tais recursos podem ser utilizados no campo da educação. Embora a resposta da professora Leonor não tenha sido, exatamente, no sentido que este recurso pode ser usado na/pela Escola ou pelo(a) professor(a) de alguma forma, alude ao fato de que as TIC são recursos muito importantes. A Professora Leonor vem nos dizer que:

Tecnologias da Informação e Comunicação, são meios utilizados de transmissão, de forma ágil, usando um hardware. Na atualidade é um recurso imprescindível (sic.).

Logo, está de acordo com o que Júnior e Cirino (2016, p.105) retratam que “as TIC agilizam a pesquisa, a comunicação e a propagação da informação em rede e, dessa forma, propiciam também a combinação de ambientes formais e virtuais”. Também vai ao encontro do que Santos vem nos explicitar sobre as TIC. Segundo o autor

as TIC são representadas por todos os instrumentos e técnicas que permitem a comunicação rápida e eficiente entre pessoas, independentemente dos locais

onde elas se encontrem, salvo exceções³¹. Entre esses instrumentos pode-se destacar o computador, a internet, o celular, os satélites artificiais, entre outros. (SANTOS, 2018, p.166)

As respostas do professor Renan e da professora Beatrice são muito semelhantes, consensuais entre si e com a definição de TIC supracitada. Primeiro, vejamos a resposta dada pelo professor Renan, para ele:

Trata-se de uma ferramenta que consiste em utilizar recursos tecnológicos, como forma de incremento nas mais diferentes situações, como empresas, seminários, na educação, principalmente, à distância, dentre outros.

À professora Beatrice TIC:

É a utilização ferramentas tecnológicas com o objetivo de facilitar a comunicação e o alcance de um alvo comum nos diversos setores: indústria, comércio, investimentos, turismo, agricultura, saúde e educação(sic.).

Sob uma perspectiva mais centrada no campo da Educação, a resposta dada pelo professor Rafael a respeito de TIC é a seguinte:

É um campo de estudo que analisa os efeitos de tecnologias de comunicação no ensino e na aprendizagem. Minha opinião sobre esse recurso é que devemos saber utilizá-las na medida em que nosso planejamento necessitar de uma abordagem em que os recursos digitais forneçam as melhores condições para a aprendizagem do aluno.

Ou seja, as TIC “surgem aqui como instrumentos para serem usados livre e criativamente por professores e alunos, na realização das atividades mais diversas” (PONTE, 2000, p.73). Além disso, está em consonância com o apontamento que trouxemos de Miranda (2007, p.43) sobre o uso das TIC na educação quando explicita sobre “Tecnologia Educativa”. O autor também retrata que “as pessoas que trabalham no domínio da Tecnologia Educativa não se interessam só pelos recursos e avanços técnicos mas também, e sobretudo, pelos processos que determinam e melhoram a aprendizagem” (MIRANDA, 2007, p. 43). Inclusive, Hack e Negri (2010, p.91) vão nos dizer que “o docente precisa reconhecer o papel da tecnologia como um recurso de aprendizagem e entender-se cada vez mais como um orientador e cooperador do estudante na construção do conhecimento pela mediação multimidiática”. Desta forma, as TIC podem ser uma extensão da sala de aula e o processo de Ensino e Aprendizagem – EA vai além do momento de contato presencial e físico do(a) professor(a) bem como dos(as) estudantes.

Por fim, a resposta dada pela professora Evelyn, a qual, traz à tona algo importante para o uso de TIC em uma estratégia de Ensino e Aprendizagem possivelmente eficaz. Para a professora, TIC

³¹ Locais de extrema pobreza e/ou de extremo isolamento, por exemplo. (SANTOS, 2018, p. 166)

São muito importantes e tem um potencial enorme no ensino de química, mas não podemos usufruir sempre deste recurso nas escolas por falta de condições materiais para tal.

A resposta dada pela professora Evelyn está de acordo com o que Machado (2016) nos retrata sobre este casamento da Química e do uso das TIC no processo de EA. Nesta vertente, o autor fala que

a química, entre outras ciências investigativas, também conchama pra si uso e aplicação de tecnomídias³² específicas para promover a efetivação da aprendizagem científica. Tais ferramentas denotam sua potencialidade, reforçando a ação docente em sala de aula de modo a favorecer colaborativamente e substancialmente a aprendizagem significativa dos conteúdos escolares. (MACHADO, 2016, p. 104)

Além disso, é mais uma evidência acerca do que demonstra Dellagnelo (2017) com relação a infraestrutura necessária para que se possa, efetivamente, apropriar-se das TIC no processo de EA.

Destarte, as respostas dos(as) professores(as) vão nos mostrando suas opiniões quanto a inserção das TIC no processo de EA. Mas, para tanto, é importante que os(as) docentes tenham, durante a formação, momentos em que estejam em contato com tais recursos. Até porque, como alude Júnior (2018, p. 193), o(a) docente tem um “tempo” para “aprender concepções pedagógicas diferentes”. O autor ainda salienta o fato de que

isso não pode ser visto como fator negativo, visto poder deflagrar demora ou retrocesso no próprio processo de aprendizagem. Todavia, trata-se de um momento de reflexão, do repensar a prática, além de discutir e analisar o que foi aprendido e iniciar a aplicabilidade no cotidiano da sala de aula. (JÚNIOR, 2018, p.193)

Em vista destes apontamentos, trazemos à tona as respostas da pergunta seguinte: *Durante este processo formativo, você teve acesso e/ou fez uso de TIC?* Dos(as) respondentes, apenas a professora Beatrice informou que não teve acesso ou fez uso de TIC durante graduação. Demais docentes informaram, além do acesso as TIC, a maneira como utilizaram tal recurso. Uma resposta que nos chamou a atenção foi a do professor Rafael. O mesmo relata que fez uso de TIC da seguinte forma:

No estágio eu utilizei o recurso de animação para exemplificar a geometria molecular em três dimensões facilitando a abstração dos alunos para compreender as conformações espaciais das moléculas.

Logo, temos aqui, um exemplo do que trouxemos na citação de Conceição *et. al.* (2017) quando retratam acerca da riqueza do uso das animações para explicar conceitos abstratos. Algo

³² As tecnomídias são recursos tecnológicos também designados pelo termo recursos tecnomidiáticos, uma vez que comportam aspectos de comunicação e informação atrelados às tecnologias, apresentando uma aplicação nos processos formacionais na educação contemporânea (MACHADO, 2012).

que o diferencia dos demais docentes que responderam usar as TIC para pesquisa, elaboração do plano de aula e comunicação.

Algo que está muito nítido na resposta da professora Leonor:

Pesquisas acadêmicas, planejamento de aulas, meios de comunicação, entre outros.

Prosseguindo com demais respostas, a professora Evelyn apenas cita que teve contato com as TIC “durante graduação e pós-graduação”. Porém, não menciona como foi este contato.

Vejam, a seguir, a resposta do professor Renan:

Durante minha formação não por influência de professores, mas por conta própria, tive a oportunidade de participar de alguns cursos online e observar algumas webs conferências.

Prosseguindo com a análise, a próxima pergunta foi sobre o que os(as) professores(as) sabem a respeito de Objetos de Aprendizagem e a opinião deles a respeito. A professora Beatrice, que respondeu não ter tido acesso às TIC durante graduação, informa que desconhece acerca de OA. Em contrapartida, demais docentes fazem algumas ponderações. Para o professor Renan, OA “consistem em diferentes metodologias já descritas e utilizadas na educação”. Em consonância, a professora Evelyn disse que “é um objeto que relaciona-se com a aprendizagem de algum assunto especial”. Enquanto que para o professor Rafael, o “objeto de aprendizagem é um recurso utilizado para desenvolver o aprendizado do aluno de forma dinâmica e interativa onde há certa autonomia com relação ao uso do recurso pelo aluno”. Ao passo que, para a Professora Leonor, OA “é uma ferramenta funcional, utilizada por exemplo, através de um blog. Este recurso, auxilia nos estudos, de um determinado conteúdo, nas práticas educacionais”.

Logo, trazem visões dentro do que levantamos a respeito da definição de OA, a qual, segundo Tarouco *et. al.* (2003, p.2), é “como qualquer recurso, suplementar ao processo de aprendizagem, que pode ser reusado para apoiar a aprendizagem”. Dando um destaque para a resposta do professor Rafael, temos que vai ao encontro, também, da definição de OA presente no site da Rede Internacional Virtual de Educação³³ (RIVED) – um dos principais repositórios de Objetos de Aprendizagem nacional –,

seriam quaisquer recursos capazes de favorecer o processo de aprendizagem, desde que permitam, por meio de seu uso, o advento de processos críticos-reflexivos de raciocínio abstrato por parte do usuário que o manuseia. São capazes de agregar diferentes e inovadoras abordagens pedagógicas ao uso do computador

No tocante a opinião deles(as) quanto ao uso deste recurso, destacamos duas respostas. A professora Evelyn nos traz que o OA é “muito válido quando temos recursos e formação

³³ <http://rived.proinfo.mec.gov.br/>

adequada para a sua exploração”. Ou seja, traz à tona a questão da infraestrutura e da formação docente, seja esta acadêmico-profissional seja ela por meio de cursos de formação continuada. Acerca da infraestrutura, como já apontamos na fala de Dellagnelo (2017), não basta o docente ter a devida formação bem como o interesse para utilizar OA oriundos das TIC, tem que ter o devido espaço para melhor utilização e adequação que abarque a apropriação por parte do(a) professor(a) destes recursos como ferramentas para o ensino de determinado conceito. E no que tange a questão da formação,

é necessário, igualmente, trabalhar com o conhecimento adquirido e com as buscas de novas informações ao se capacitar continuamente para acompanhar as mudanças estruturais dos saberes. O docente também deve assumir a postura de questionamento e criticidade diante das informações, bem como precisa exercer o papel de orientação e cooperação com os discentes, ensinando-os a aprender e aprender ensinando”. (HACK; NEGRI, 2010, p. 92)

Noutra vertente, o professor Rafael vai elucidar que “possuem potencial de auxiliar a aprendizagem desde que planejado pelo professor”. Machado (2016, p. 105) vai nos dizer “que a aplicação pedagogicamente adequada dessas ferramentas [podem] ampliar a prática docente, promovendo mudanças significativas na ação professoral em sala de aula”. Desta forma, percebemos a importância do(a) professor(a) no processo de Ensino e Aprendizagem e do fato de que esse(a) não será substituído(a) pelas TIC. A partir disso, percebemos que

o professor precisa compreender as modificações e se atualizar para exercer a função de mediador, entre as tecnologias usadas no ensino e a aprendizagem dos alunos, acreditando que as ferramentas tecnológicas não substituirão seu trabalho, pois é ele que irá planejar as aulas e saber o melhor momento e qual o melhor recurso tecnológico para complementar um determinado conteúdo. (VIERIA *et. al.*, 2011, p. 2)

Corroborando com este pensamento, Hack e Negri (2010) explicitam que os(as) docentes precisam compreender o papel instrumental dos recursos tecnológicos, os quais podem ser “utilizados para criação, transmissão e armazenamento de informações, mas ainda falta transformar a informação em conhecimento – onde entra a importância da comunicação dialógica”. Portanto, percebemos que por mais que haja avanço nos recursos tecnológicos ainda assim haverá necessidade da parte humana, dos(as) docentes, estarem presentes no processo de EA para a construção do conhecimento, bem como propiciar um papel mais ativo dos(as) estudantes.

Assim, temos que os(as) professores(as) respondentes possuem concepções contemporâneas com relação as Tecnologias da Informação e Comunicação e também aos Objetos de Aprendizagem. Como podemos notar, são profissionais da educação cientes das potencialidades que tais recursos podem propiciar, mas desde que haja formação que os(as)

auxilie na melhor apropriação e também atentos(as) à questão da falta de infraestrutura. Analisando mais detidamente o professor Renan e a professora Beatrice, devido ao fato de serem os respondentes que irão participar da próxima etapa desta pesquisa, notamos que convergem na visão que possuem sobre TIC, mas nada relacionado com a própria prática docente. Portanto, percebemos a necessidade de formularmos um encontro aos dois professores em que apresentaremos e discutiremos a respeito destes conceitos e outras informações como abordaremos com maior rigor no tópico 5.2. *Encontro Expositivo: Contato primevo com os professores e apresentação sobre Tecnologias da Informação e Comunicação, Objetos de Aprendizagem e o papel docente e do estudante em uma Estratégia de Ensino.*

No próximo subtópico traremos as informações acerca da forma como que os(as) professores(as) respondentes lecionam o conceito de Equilíbrio Químico e as devidas razões que os conduziram a adotar tais estratégias.

5.1.2. Estratégias de Ensino adotadas para lecionar o conceito de Equilíbrio Químico

Chegamos agora na parte das respostas do questionário quanto ao conceito de Química escolhido para esta pesquisa, isto é, o Equilíbrio Químico. Todos(as) afirmaram já terem lecionado tal conteúdo e a respeito das estratégias de ensino – EE – adotadas para lecionar determinado conceito, a professora Beatrice, que não teve acesso às TIC e desconhecia sobre a definição de OA, foi a única quem citou o uso de vídeos, ou seja, um artefato oriundo das TIC, para ensino de determinado conteúdo. Demais citaram que utilizam uma EE com viés de caráter mais conteudista. As professoras Beatrice, Leonor e Evelyn e o professor Renan falam que utilizam uma abordagem que envolve a experimentação. De modo mais elaborado, o professor Renan procura contextualizar o assunto. Para tanto relata:

Inicialmente comento com os alunos fatos de equilíbrio que ocorrem no cotidiano como galinho do tempo, refrigerante aberto perdendo gás, o sangue do diabo (usado no carnaval). Somente depois começo a falar sobre situações mais laboratoriais, como deslocamentos de equilíbrios, cálculos de concentrações.

A resposta dada pela professora Beatrice é:

Livros, experimentos e vídeos.

Já a resposta dada pela professora Leonor é:

Livros, conceito do princípio de Le Châtelier e aulas práticas, utilizando materiais caseiros.

Por último, a resposta da professora Evelyn é:

Experimentação, textos de livros didáticos, discussão de exercícios.

Logo, entre os(as) professores que responderam ao questionário, percebemos que o uso de experimentação no ensino de EQ é muito comum como EE. Giordan (1999, p. 43) explicita o fato dizendo que “é de conhecimento dos professores de ciências o fato de a experimentação despertar um forte interesse entre alunos de diversos níveis de escolarização”. Neste mesmo sentido, Lisbôa (2015, p. 198) nos fala que “a experimentação é um dos principais alicerces que sustentam a complexa rede conceitual que estrutura o ensino de química”. A opinião dos estudantes acerca do uso de experimentação como EE é dita por eles como algo de “um caráter motivador, lúdico, vinculado aos sentidos” (GIORDAN, 1999, p. 43). E o autor complementa dizendo que, segundo os professores, “a experimentação aumenta a capacidade de aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno nos temas em pauta” (GIORDAN, 1999, p. 43).

Todavia, Silva *et. al.* (2010, p. 240) relatam a respeito dos obstáculos causados pelo uso inadequado, ou sem planejamento, por parte do docente, se apropriando da experimentação como mera ferramenta de comprovação da teoria o que, segundo o autor e autoras, seria um “equivoco”. Além disso, vão dizer que:

Tem-se observado que a aprendizagem é pouco efetiva quando o foco da atividade experimental centraliza-se somente nos aspectos macroscópicos, dando-se pouca ou nenhuma atenção à discussão dos aspectos microscópicos relacionados. Colabora também para a pouca aprendizagem a falta de significação da atividade pelo aluno, ou seja, o experimento está fora da zona de interesse atenção do estudante. (OLIVEIRA *et. al.*, 2010, p. 242)

Assim, embora a experimentação seja uma Estratégia de Ensino que possa auxiliar no processo de Ensino e Aprendizagem do conceito de Equilíbrio Químico (LEITE *et. al.*, 2015), se usada de determinada maneira “como uma receita mecânica, ou seja, que o fazer da experimentação siga apenas um roteiro”, ainda ficará aquém da questão da abstração por parte dos(as) estudantes quanto ao campo microscópico do fenômeno (p. 2). Embate esse que as simulações estão sendo aqui apresentadas como EE de modo contorná-las.

Em seguida, quando indagamos sobre o motivo que os(as) levou a adotarem tal EE, relatam acerca da questão da má infraestrutura da Escola, ausência de laboratório próprio e recursos que tinham disponibilidade. Nesta direção, vejamos a resposta da professora Leonor:

Nas escolas públicas, estaduais, não temos o espaço físico de um laboratório e nem um adicional de vidrarias e reagentes. Para auxiliar, na compreensão da teoria, fazemos experimentos que ajudam no raciocínio do estudante.

A resposta dada pelo professor Rafael, que embora tenha demonstrado uma opinião muito bem formada em relação ao uso das TIC e acerca do OA, quando relata em referência ao conceito de EQ usa um viés conteudista, bem como alude sobre tal com teor puramente matemático. Para tanto, diz:

Pois utilizo uma problematização mais matemática do assunto.

E aqui temos o que Machado e Aragão (1996) apontam para uma abordagem mais matemática do conceito. Consensualmente, Sabadini e Bianchi (2007, p.10. Grifo dos autores) relatam sobre o cálculo da constante de equilíbrio, momento em que as velocidades das reações de “ida e volta” tornam-se iguais, o que, segundo os autores, dá a entender que a reação se procede em etapa única o que pode, certamente, acarretar no desenvolvimento de um obstáculo epistemológico no qual os(as) estudantes deixam de assimilar o processo de dinamicidade da reação em Equilíbrio Químico.

Em uma outra perspectiva, o professor Renan irá relatar que a EE adotada

[...]faz desmistificar o fato de que química só acontece em laboratório.

O que julgamos ser importante ensinarmos para os(as) estudantes. Muitas das vezes, os(as) estudantes possuem uma visão estereotipada com relação ao cientista e onde que se pode fazer ciência, estudos científicos, pesquisas e afins. Nesta vertente, Kosminsky e Giordan (2002), elencam que a visão dos estudantes acerca de quem faz ciência são pessoas do sexo masculino que se isolam em um laboratório e vivem exclusivamente para a pesquisa que realizam.

Por fim, no que diz respeito a participação do estudante no processo de EA, responderam a seguinte pergunta: *Qual(is) atividades/ações que os(as) estudantes realizam?*

A professora Leonor e o professor Renan mencionam acerca dos(as) estudantes fazerem experimentos de modo a perceberem como que os fenômenos químicos ocorrem.

além de exercícios propostos sobre o assunto, os alunos tem a oportunidade de realização de algumas práticas, como forma de fixação do conteúdo discutido em sala de aula. (PROFESSOR RENAN)

Aula prática, com procedimentos caseiros, comprovando os fatores que interferem no equilíbrio químico, como por exemplo, concentração, temperatura e pressão. (PROFESSORA LEONOR)

Como já mencionamos ao citarmos Oliveira *et.al.* (2010), o uso de experimentos apenas para efeito de constatação dos fenômenos e comprovação de teoria é algo que pode provocar obstáculos. Além disso, fica evidente o que o autor e as autoras explicitam sobre o uso da experimentação de modo a ilustrar como as teorias funcionam.

Esta crença é talvez a de maior ocorrência no meio educacional, podendo criar nos alunos a ideia de que as teorias foram elaboradas por mentes brilhantes, com base na intuição e independentemente dos fenômenos que visam a entender e explicar. Dessa forma, a teoria ganha um *status* de maior relevância e o fenômeno passa a ser uma mera demonstração empírica de uma verdade oculta na natureza. (OLIVEIRA *et. al.*, 2010, p. 243-244)

Por outro lado, demais trabalham com resolução de exercícios. Ou seja, a participação dos(as) estudantes, em primeiro momento, fica limitada a seguirem instruções e a processos de memorização do conceito a partir de estratégias de ensino conteudistas. A partir disso, Brito

(2001, p. 14) vem nos dizer que “a retórica das aulas expositivas, das conclusões apressadas, sem a participação do aluno no processo de aprendizagem, é uma das principais causas responsáveis pela monotonia e pelo pouco aproveitamento das aulas de química”. O autor ainda complementa que

a utilização de um laboratório ou de material alternativo reforça a dinâmica do ambiente, pois a riqueza de “tecnologias” permite ao aluno desenvolver atividades que evidenciem as suas habilidades, uma vez que não há predominância e sim uma integração de várias técnicas, o que oferece melhores oportunidades para a construção do conhecimento. (BRITO, 2001, p. 14)

Assim, temos uma proposta no intuito de trazer os(as) estudantes para o centro do processo de construção do próprio conhecimento, bem como damos-lhes oportunidade de serem mais ativos(as) além de respeitar o ritmo deles(as), bem como as possíveis contribuições que podem nos oferecer de modo a otimizarmos e potencializarmos nossas estratégias de ensino presentes e futuras.

Portanto, a respeito do perfil dos(as) respondentes quanto a forma de lecionarem o conceito de EQ percebemos que, consensualmente, à exceção do professor Rafael, utilizam a experimentação como estratégia de ensino, porém, pelo modo como explicitaram, parece que os(as) estudantes são meros expectadores(as) do processo, ou seja, o uso da experimentação tem apenas um caráter demonstrativo. E, novamente, apresentando uma análise mais detida sobre as respostas do professor Renan e da professora Beatrice, confirmamos a necessidade da entrevista para apresentar uma concepção a respeito do(a) professor(a) que busquem planejar suas aulas com estratégias de ensino nas quais os(as) estudantes venham a desempenhar um papel mais participativo da construção do próprio conhecimento.

Então, iremos, no tópico a seguir, apresentar a forma como ocorreu a entrevista e as devidas ponderações, reflexões e encaminhamentos para a etapa posterior, a intervenção usando a simulação.

5.2. Encontro Expositivo: Contato primevo com os professores e apresentação sobre Tecnologias da Informação e Comunicação, Objetos de Aprendizagem e o papel docente e do estudante em uma Estratégia de Ensino

Primeiramente, é importante salientarmos que, nesta etapa da pesquisa, o pesquisador realizou um encontro com o professor Renan e a professora Beatrice, a fim de apresentar alguns subsídios para a elaboração de uma estratégia de ensino para ministrar o conceito de Equilíbrio Químico. “Portanto, torna-se necessário que o professor conheça a definição, as formas de uso,

o tamanho, a classificação e os tipos de objetos de aprendizagem para que possa selecionar o OA mais adequado aos seus objetivos” (AGUIAR; FLÔRES, 2014, p. 13).

Todavia, não basta apenas constatar a importância e a viabilidade da utilização de produtos audiovisuais na educação presencial ou a distância, pois a base humana precisa estar no centro das decisões. É preciso discutir com os pares e analisar cada estratégia de aplicação das TIC no meio educacional como mediadoras do conhecimento. (HACK; NEGRI, 2010, p. 91)

Logo, o(a) docente deve, não somente estar disposto a aprender como se apropriar das TIC, como também, estar interessado em discutir com seus pares e analisar formas de utilizá-la otimizando seu papel de mediador do conhecimento.

De modo a sentirem-se mais confortáveis, o pesquisador deixou em aberto o local que tais docentes gostariam de que fosse feita a encontro. Importante salientar que a mesma foi feita individualmente. Além disso, o pesquisador deixou claro que poderiam interrompê-lo a qualquer momento que sentissem necessidade, seja para comentário, seja para algum questionamento ou dúvida acerca de algo que não tenha ficado compreendido, bem como a falarem a própria opinião sobre o que lhes fosse apresentado e darem sugestões do modo que poderiam estar se apropriando de tais recursos.

Iniciou o encontro com a seguinte definição de TIC.

Podem ser entendidas como um conjunto de recursos tecnológicos integrados entre si, que proporcionam por meio das funções de software e telecomunicações, a automação e comunicação dos processos de negócios, da pesquisa científica e de Ensino e Aprendizagem. (OLIVEIRA, 2015)

Em seguida, discorre a respeito do que as TIC têm para oferecer em termos de recursos. Sendo citados na apresentação: jornais, revistas, livros, computadores, celulares (smartphones), a internet, inclusive, os Objetos de Aprendizagem. Neste momento, aproveita para trazer à tona o tema principal, Objetos de Aprendizagem.

Foi apresentado ao(à) professor(a) a definição de OA pela visão de Tarouco *et. al.* (2003, p. 2), a qual é “como qualquer recurso, complementar ao processo de aprendizagem, que pode ser reusado para apoiar a aprendizagem”. Em seguida, o pesquisador fala sobre o que determinado recurso deve ter para ser inserido na prática docente, ou seja, menciona a respeito da tríade: *objetivos; conteúdo instrucional; e prática e feedback*, apresentando a definição de cada um dos termos como explicitamos em nossa metodologia.

Seguiu informando de algumas fontes de OA. Sendo as citadas: Banco Internacional dos objetos educacionais, Laboratório Didático Virtual, Coletânea de Entidades de Suporte ao Uso das Tecnologias na Aprendizagem, Núcleo de tecnologia digital aplicada à educação, Phet Interactive simulations – University of Colorado Boulder, Rede Interativa Virtual de Educação – RIVED (MEC) e Portal do Professor (MEC).

O pesquisador destacou que não existe uma forma certa, ou única, de utilização dos OA. De modo mais claro, Aguiar e Flôres (2014, p. 12) dizem que “a metodologia com a qual o OA é utilizado será um dos fatores-chave a determinar se a sua adoção pode ou não levar o aluno ao desenvolvimento do pensamento crítico”. Além disso, as autoras retratam sobre a versatilidade destes recursos o que pode propiciar um grande valor didático-pedagógico que possuem. Segundo elas,

flexibilidade e possibilidade de reutilização são algumas das características de um Objeto de Aprendizagem, que facilitam a disseminação do conhecimento, assim como sua atualização. Salienta-se que, como em qualquer planejamento de aula, a adequada seleção de um OA para uso em atividade didática fica definida a partir do objetivo que se pretende alcançar na aprendizagem de um determinado conteúdo. Contemplando esse quesito, o Objeto de Aprendizagem pode ser um excelente aliado do professor em sala de aula. (AGUIAR; FLÔRES, 2014, p. 12)

Logo, cabe ao(à) professor(a) escolher, não somente o tipo de OA que utilizará, como também a melhor forma de aplicação desse, de acordo com as turmas em que trabalha. A partir deste método, busca-se que o professor passe a ser o mediador do conhecimento, enquanto que o(a) estudante deixa de ser um mero espectador e passa a ter papel ativo no próprio processo de aprendizagem.

A escolha do OA que será utilizado em aula apresenta a intencionalidade do professor com relação ao envolvimento do aluno na atividade pedagógica previamente estipulada, e o sucesso de seu uso evidencia-se quando ocorre a aprendizagem significativa, o que mostra a importância do papel do professor na seleção deste recurso. (AGUIAR; FLÔRES, 2014, p. 13)

As autoras ainda salientam que

neste contexto, cabe lembrar que o professor deve avaliar cautelosamente alguns aspectos considerados relevantes para um uso adequado de um Objeto de Aprendizagem, como, por exemplo: linguagem apropriada para os alunos; abordagem dos conceitos conforme o interesse deles; a veracidade e atualização das informações. (AGUIAR; FLÔRES, 2014, p. 13)

Prosseguindo para o final do encontro, o pesquisador elucida que o planejamento de aula envolvendo um OA oriundo das TIC deve propiciar aos(às) estudantes algumas competências e habilidades, as quais, são:

o cognitivo, que se relaciona às estratégias de aprendizado, criatividade e pensamento crítico; **o intrapessoal**, que se relaciona a capacidade de lidar com emoções e objetivos; e **o interpessoal** que envolve a habilidade de expressar ideias, interpretar, dialogar e interagir com o outro. (DIAS, 2016, p. 440. GRIFO NOSSO)

Em seguida, o pesquisador explicita a respeito da triangulação do processo de mediação do conhecimento a partir da interação dos(as) estudantes com o OA tendo o professor como mediador (CARNEIRO; PASSOS, 2014; DIAS, 2018; JÚNIOR; CIRINO, 2016; JÚNIOR,

2018). “O educador, assim, não atua simplesmente como um mero transmissor de informações, mas como um mediador, possibilitando ao aluno a reflexão, a análise e a elaboração de hipóteses para a construção do conhecimento” (JÚNIOR, 2018, p. 201). De modo a complementar este pensamento, Dias (2018, p. 442) diz que, ao utilizar estas estratégias, o professor “leva o aluno a tornar-se independente, estimulando o conhecimento potencial do aluno, orientando-o no sentido de possibilitar a criação de ambientes de participação, colaboração e desafios constantes”. Desse modo, o professor vai percebendo que não perderá seu espaço de atuação para as TIC, muito pelo contrário, será ele quem irá reger todo o processo, além de demonstrar autonomia e destreza para os estudantes o que, de certo modo, pode motivá-los a participarem mais da própria construção do conhecimento.

Ao final deste encontro, o pesquisador apresenta que tal estratégia de ensino pode propiciar a construção do conhecimento a partir da obtenção de informações, as quais, os(as) estudantes possuem devido o acesso através das TIC, usadas com base nos conceitos de OA, ao nível de conhecimento. É o que Carvalho *et. al.* (2019) relata sobre o uso de OA no processo de ensino e aprendizagem. Segundo os autores,

No processo de [ensino e aprendizagem], o uso de [OA] traz consigo diversos benefícios, visto que, em sua maioria, permitem um ensino mais independente, interativo, dinâmico e personalizado. Outra vantagem do uso de [OA], em especial os que se enquadram na categoria de simuladores, reside no fato destes permitirem aos estudantes a familiarização com situações que na prática envolveriam risco, demandariam muito tempo, envolveriam muito custo ou que seriam impossíveis. O aspecto colaborativo também aparece em produtos de software de simulação, o que faz dessa ferramenta uma excelente oportunidade para os professores estimularem em seus alunos. Além da colaboração, também há a coletividade e as relações interpessoais. (CARVALHO *et. al.*, 2019, p. 267).

Assim foi a forma como trabalhamos, através deste encontro, o que as TIC e os OA podem propiciar no processo de ensino ao professor Renan e à professora Beatrice, os quais, durante todo o momento eram concordantes com o que lhes era apresentado e, mais ao final, como apresentamos a seguir fizeram suas explicações.

O professor Renan comenta.

Estava pensando aqui: Essas práticas são interessantes, mas, eu acho que, a nível da Escola onde eu trabalho isso aí vai ser difícil ser aplicado lá. Talvez, numa aula prática de laboratório, a gente consiga associar esses momentos que você está apresentando com a prática que a gente pode tentar fazer em laboratório. Mas concomitante com o assunto em sala de aula, eu acho que não vai dar, não.

Aqui, esbarramos no que viemos citando em diversos momentos sobre as condições de infraestrutura serem limitantes para à apropriação das TIC como estratégia de ensino por parte dos(as) professores(as). Não obstante, acreditamos que

muitas são as dificuldades, sobretudo, para aqueles que trabalham em escolas com uma realidade problemática, que possuem poucos recursos [...]. Por outro lado, as práticas pedagógicas têm sido auxiliadas pelo avanço tecnológico, propiciando maior poder de troca de informações e experiências que podem ser adotadas ainda em **espaços pouco estruturados** (MENDES; BOTTENTUIT JUNIOR, 2019, s/n. GRIFO NOSSO).

Destarte, embora as condições da sala de aula não sejam as ideais, acreditamos que há possibilidade de usarmos as TIC como estratégia de ensino desde que bem planejada. Em contrapartida, estamos cientes de “que as mudanças na prática docente não acontecem de forma acelerada, o que significa que as práticas solidificadas não são apagadas [...] e depois postas outras para substituí-las” (JÚNIOR, 2018, p. 193).

A respeito do final do encontro com a professora Beatrice teremos a seguinte sequência de diálogos:

Professora Beatrice:

Eu gostei deste slide [Figura 2: Evolução de Dados à Sabedoria, processo de construção do conhecimento]. Quero mostrar este slide para os meninos. Eles param aqui! Sabe por quê? Eles têm [coluna da Informação]. Eles conseguem ver. Mas eu acho. Ou eles param aqui [coluna do Conhecimento]? Eles têm a informação e não conseguem ligar. Eles não conseguem passar daqui pra cá [Sentido da coluna da Informação para a coluna do Conhecimento]. Eles não conseguem ligar. A informação está toda solta. Eles sabem o que é o dado do problema, o que é a pergunta. Eles sabem ler! Mas aí eles não conseguem ligar. Aí eles não conseguem ter ideia, não conseguem fazer. Adorei este desenho!

Ao observar tal imagem, a professora fez o comentário supracitado e, rapidamente, correlacionou com algo que estava presente em sua prática professoral. Quando fala “*Eles têm a informação e não conseguem ligar*” se refere a coluna informação presente na figura 2. Ao passo que, “*organizar o pensamento*” e “*eles não conseguem ter ideia*” é referente às colunas do conhecimento e da ideia.

Após esta fala da professora o pesquisador disse:

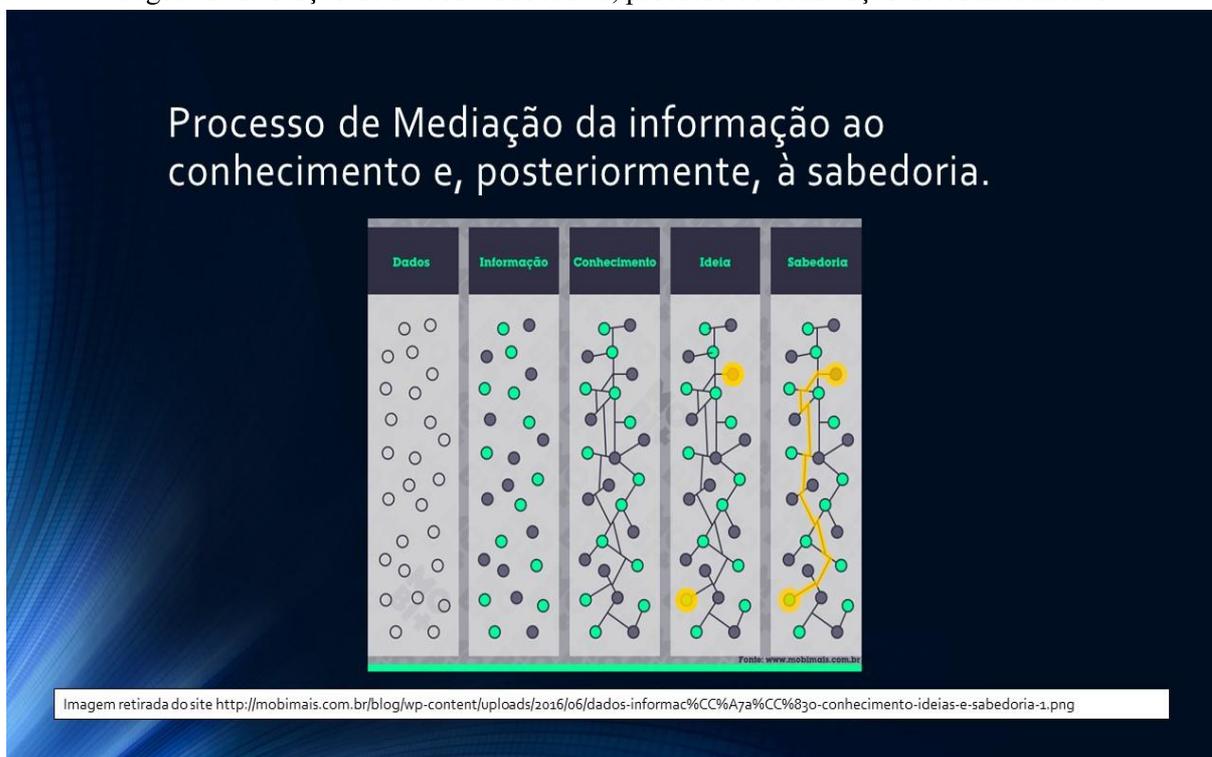
Eu já tinha visto este desenho alguns meses atrás, justamente por causa deste ponto. Porque isso aqui, demonstra, assim, brilhantemente, o fundamental papel do professor. Porque a ideia, quando veio questão do computador, da tecnologia e tudo mais, tinha-se, a princípio, um certo medo disso aqui substituir. E o computador nunca vai substituir, justamente por causa deste ponto, relação social, relação humana.

Em seguida, a professora faz o seguinte comentário:

Olha! Se o computador chegar até aqui é porque o aluno, ele já desenvolveu com a ajuda de um professor muitas habilidades e competências. Né! Que aí já vem lá detrás. Que ele já desenvolveu estas estratégias de aprendizagem com ajuda do professor. Mas sem ele, acho que não (sic.).

Assim, ao dizer “*ele já desenvolveu com a ajuda de um professor muitas habilidades e competências*” evidencia que a professora compreendia o papel dela no processo de ensino e aprendizagem de seus(suas) estudantes.

Figura 2: Evolução de Dados à Sabedoria, processo de construção do conhecimento



Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Após a fala da professora, o pesquisador encerrou a abordagem com a seguinte fala:

E agora, a única coisa que ficará faltando é a gente sentar e pensar na estratégia de como a gente vai usar estes recursos. Porque eu já tenho uma sequência pensada. Mas, lembrando, da sua total liberdade.

E a professora Beatrice respondeu do seguinte modo:

Eu estou pensando, de repente, na segunda-feira, a gente se encontra lá na Escola. Quem sabe?

Desse modo, encerrou-se a encontro com a professora Beatrice tendo uma resposta positiva quanto ao elaborarem juntos, professora e pesquisador, uma estratégia de ensino usando a simulação como artefato oriundo das TIC que auxiliaria no processo de Ensino e Aprendizagem do conceito de Equilíbrio Químico no laboratório de Informática na Escola onde leciona. Além disso, o pesquisador, ao relatar “*eu já tenho uma sequência pensada*” refere-se ao conteúdo instrucional, o qual auxiliaria na elaboração desta estratégia de ensino, como, também, levaria a conhecimento dos estudantes as funcionalidades da simulação, os detalhes e como poderiam interagir com tal artefato.

Assim, apresentamos como realizamos esta etapa da pesquisa e mostramos o que pontuamos na metodologia, a saída do professor Renan e o aceite da professora Beatrice. Seguindo com as discussões dos resultados, apresentaremos, na próxima seção, a culminância de todo este percurso até então trilhado: uma estratégia de ensino usando uma simulação como OA para auxiliar na mediação para lecionar o conceito de Equilíbrio Químico para estudantes de uma Escola Pública na cidade de Juiz de Fora – MG.

5.3. Uma estratégia de ensino usando simulação como Objeto de Aprendizagem: Mapeamento das Intervenções pedagógicas das Turmas 1 e 4

Iniciaremos aqui nossa apresentação dos resultados obtidos a partir das transcrições das intervenções. Todavia, trazemos um resultado inesperado, a professora Beatrice, que havia concordado, ao término de encontro, em ministrar a intervenção com simulação optou por não lecionar as aulas pedindo, então, ao pesquisador que as lecionasse. Apesar de não fazer parte do planejamento desta pesquisa, o pesquisador assume a responsabilidade de ministrar o que denominaremos de intervenção pedagógica, uma vez que, esta etapa é fundamental para o desenvolvimento do trabalho, além buscar não frustrar a expectativa criada aos(às) estudantes de realizarem a intervenção no laboratório de informática da Escola. Doravante, o pesquisador será denominado como professor quando explicitarmos as falas dele nas transcrições feitas. As intervenções, então, lecionadas pelo professor, foram organizadas em etapas. Etapas essas que foram planejadas e executadas de acordo com a estratégia de ensino presente no conteúdo instrucional (Apêndice 3).

Além disso, é importante apontarmos aqui algumas considerações preliminares a respeito da simulação na Figura 1. A representação escolhida para as substâncias H_2 , N_2 e NH_3 são esferas de tamanhos e cores distintas. O que é significativo. O manusear é bem fluído, caso haja conexão de banda larga com internet. Porém, há duas limitações, as substâncias são compostas, ou seja, apresentam mais de um elemento em sua composição e a simulação não mostra isso. Outra limitação é quando a simulação é ligada, há apenas o surgimento e desaparecimento de esferas, mas sem que haja contato entre elas simbolizando a reação química, seja para formação do produto, seja para restituição dos reagentes. Portanto, é importante ter isso em mente para utilizá-la da melhor forma possível para explorar o máximo do seu potencial pedagógico. Todavia tais considerações não foram levadas aos(às) estudantes, pois entendemos que não caberia nesse momento inicial e considerando o curto período que teríamos com eles. Entretanto, vale o destaque, pois mostra uma fragilidade do AO selecionado,

embora tal configuração abra outras possibilidades a serem exploradas, em um primeiro momento junto aos estudantes. Partamos, agora, para análise dos dados obtidos das intervenções.

Primeiramente, para melhor alusão à estrutura da intervenção, fizemos um mapeamento das intervenções, o qual iremos apresentar no subtópico a seguir. Uma vez apresentada a estrutura, elencaremos trechos transcritos de eventos que ocorreram durante duas intervenções, turma 1 e turma 4, no intuito de mostrar a maneira como os(as) estudantes interagiram com a simulação, o modo como o professor trabalhou com as observações relatadas, tanto verbalmente, quanto no documento redigido onde fizeram as devidas anotações solicitadas, bem como demonstrar, a partir desses dados, as potencialidades e fragilidade para o ensino de Equilíbrio Químico de uma estratégia de ensino que utilize simulação como Objeto de Aprendizagem.

Abordaremos, a partir de agora, sobre a estratégia de ensino que empregamos, a qual utilizamos uma simulação como OA para ensino do conceito de Equilíbrio Químico a estudantes do ensino médio de uma escola da cidade de Juiz de Fora, que foi planejada de modo que professor e estudantes tiveram bem definidos seus papéis neste processo. Ou seja, buscamos propiciar aos(as) estudantes momentos em que desempenhassem um papel mais ativo enquanto o professor atuasse como o mediador do conhecimento (NASCIMENTO, 2013; JUNIOR e CIRINO, 2016). Além disso, teve-se o cuidado para que tal recurso não fosse apenas uma forma repaginada de uma metodologia conteudista como aponta Júnior (2018). Segundo este autor

um exemplo claro é a introdução das TICs aliada a uma metodologia conteudista. A criança torna-se, então, depositária de informação segmentada e (re)passada, geralmente, sem um contexto significativo, ou seja, apenas como mero transmissor de informação, atendendo a uma ideologia imposta por meio do currículo. (JÚNIOR, 2018, p. 200)

Assim, cinco intervenções foram ministradas pelo mediador (pesquisador), uma para cada turma que a professora Beatrice lecionava naquele momento. A seguir, temos, no Quadro 5: Estrutura da intervenção pedagógica utilizando simulação como objeto de aprendizagem, a descrição geral de como foi organizada a estratégia de ensino envolvendo o OA bem como a forma com que os(as) estudantes participaram do processo.

Quadro 5: Estrutura da intervenção pedagógica utilizando simulação como objeto de aprendizagem.

ESTRUTURA DA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA COM SIMULAÇÃO		
C.E. ³⁴	Tipo de Evento	Descrição

³⁴ Código do Evento.

A	Apresentação do OA e Organização da turma	Momento inicial da aula, organização da turma, explicação de como funciona cada detalhe da simulação e solicitação aos(às) estudantes para interagirem somente quando o professor-pesquisador autorizasse.
B	Levantamento e confrontação das concepções prévias com a simulação da reação química não iniciada.	O professor-pesquisador pediu aos(às) estudantes para fazerem previsões. Foram averiguadas a influência da variação da temperatura e da pressão sobre as partículas do sistema que foram representadas por esferas no OA.
C	Interpretação da representação da reação química a ser simulada	O professor-pesquisador apresentou aos(às) estudantes a representação da reação química de formação da amônia, já balanceada e com valor de entalpia, com a finalidade de observar como os(as) estudantes sabem interpretar e inferir informações contidas neste tipo de representação.
D	Início da Simulação	O professor-pesquisador autoriza os(as) estudantes a ligarem a simulação. Além disso, é o momento em que observa e indaga o que os(as) estudantes estão observando e o que podem inferir a respeito.
E	Levantamento do conhecimento prévio com a simulação da reação química iniciada	Neste momento, os(as) estudantes passaram por um novo momento de confrontação dos conhecimentos prévios que possuíam, porém, com a finalidade de, possivelmente, melhor compreenderem sobre o Princípio de Le Châtelier. Variação de Concentração, Temperatura e Pressão.
F	Desafio	Neste momento, os(as) estudantes tiveram total autonomia para interagirem com o OA com o objetivo de apresentarem uma proposta na qual houvesse maior produção de amônia possível.

Fonte Dados da Pesquisa (2019).

A respeito da forma como foi planejada a estratégia de ensino utilizada nesta intervenção, temos que no momento inicial da aula (Evento A) o professor buscou organizar a turma em grupos, uma vez que, como mencionamos na metodologia, o espaço do laboratório de informática é pequeno, o número de estudantes por turma é grande e também no intuito de propiciar momentos de interação tanto dos(as) estudantes, da melhor forma possível, com a simulação quanto interagirem entre si e com o professor. Além disso, salientamos que um(a) porta-voz foi escolhido(a) para cada grupo no intuito de explicitar para o professor e para a turma o que o, respectivo grupo, pensara a respeito de determinada atividade reflexiva proposta pelo professor.

Ainda sobre o evento A, de modo introdutório, o professor solicita aos estudantes para que acessem a simulação cujo o link³⁵ se encontrava na barra de favoritos do navegador de internet utilizado para acessá-lo. Uma vez visualizado a simulação, o professor inicia a explanação sobre a simulação retratando a respeito das devidas peculiaridades. Além disso, o professor, inicialmente, trabalha de modo mais instrutivo, a fim de fazer com que os(as) estudantes se familiarizem com as especificidades da simulação, compreendam o processo de trabalho em grupo e possam perder a timidez para apresentarem suas concepções prévias e apresentarem suas observações, bem como as novas concepções que foram sendo formadas a partir da interação com a simulação e devidas mediações feitas pelo professor.

A respeito do evento B, foi trabalhado de modo a dar prosseguimento ao evento A no que tange a questão dos(as) estudantes se familiarizarem mais com a simulação, terem, num primeiro momento, confrontação de suas ideias prévias acerca de conceitos como influência da variação de temperatura e pressão (mudando o volume) sobre representação das moléculas de gás hidrogênio e nitrogênio presentes na simulação, mas sem que a simulação da reação química de produção de amônia estivesse acionada. Ou seja, apenas com caráter de evidenciar como as partículas se comportam em determinadas situações onde há variação de temperatura e pressão. Importante mencionar que os(as) estudantes, antes de interagirem com a simulação deveriam, entre si, discutir a respeito do que esperavam que ocorresse caso, por exemplo, aumentassem a temperatura no sistema simulado. Uma vez discutido em grupo e apresentado ao professor da intervenção as devidas proposições, o professor autorizava os(as) estudantes a fazerem as devidas modificações nos parâmetros da simulação. Essa foi a estratégia adotada para confrontação das ideias prévias que os(as) estudantes possuíam acerca de determinado conteúdo.

A seguir, a título de exemplo, o Quadro 6 onde apresentamos algumas falas transcritas de como esta etapa aconteceu para a Turma 1 sendo equivalente para a turma 4.

Quadro 6: Falas transcritas do Episódio B para a Turma 1.

T. ³⁶	Falas transcritas	Descrição
1	Pesquisador: Antes de vocês mexerem. Tá! Vocês estão vendo que tem uma área que está relacionada a temperatura e volume? Tá! Esses “sliderzinhos” vai variar temperatura e outro vai variar volume. Antes de vocês	Neste momento o pesquisador começou a conversar com os(as) estudantes de tal modo a irem se familiarizando com o Objeto de Aprendizagem. Também iniciou o processo de elencar o conhecimento prévio dos(as) estudantes referentes a mudanças de grandezas físicas no sistema simulado, como a temperatura.

³⁵ <https://sites.google.com/site/ctinteractives/NH3.swf>

³⁶ Turno

	mexerem, se vocês aumentarem a temperatura o que vocês esperam observar?	
2	Estudante Carla: Agitação das moléculas	Fala da estudante após a pergunta do pesquisador.
3	Pesquisador: Mas elas estão paradas?	Pesquisador aproveitou a fala da estudante para trazer à tona um detalhe visual. As representações das moléculas já estavam com certo grau de movimentação.
4	Estudante Carla: Não, vai aumentar.	Resposta da estudante após pergunta do pesquisador.
5	Pesquisador: AH, bom! Então vai aumentar. Tá!	O professor deu ênfase na resposta no intuito de demonstrar que há diferença na fala anterior para a nova fala da estudante.

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Ainda sobre o evento B, mas que também referenda aos demais eventos no que tange a interação dos(as) estudantes com a simulação na estratégia de ensino planejada para esta intervenção, temos que foi planejada de modo a trazer à tona o que Oliveira *et. al.* (2015, p. 80) retrata em relação a uma forma de apropriação das TIC no processo de ensino e aprendizagem com o objetivo de, possivelmente, propiciar nos(as) estudantes “o desenvolvimento do pensamento crítico criativo e a aprendizagem cooperativa”, e, também, “uma mediação pedagógica aberta e flexível para atender as demandas oriundas da educação suportadas pelas tecnologias digitais, em que a aprendizagem pode ocorrer individualmente, bem como pela interação e colaboração em grupos” (NICHELE; SCHLEMMER, 2014, p. 8). Assim, buscamos tornar esta estratégia de ensino algo tão próximo quanto o que citamos com Almeida e Valente (2016) no que diz respeito a trazer as TIC de modo a agregar valor “à atividade que o aluno ou o professor realiza” (p. 32).

A respeito do evento C, temos que esse configura um importante momento da aula no qual os(as) estudantes precisam interpretar a representação da reação química que seria simulada, no caso, a reação de produção de amônia a partir da mistura de gás hidrogênio e gás nitrogênio. Nesta etapa os estudantes não mais interagem com a simulação e se debruçavam sobre o conteúdo instrucional que também constava no computador. Após terminarem as devidas observações, o professor prosseguia para a etapa seguinte, em que os(as) estudantes, primeiramente, resetavam a simulação de modo que todos(as) a iniciassem com as mesmas configurações.

Sobre o evento D, temos que aqui os(as) estudantes começam a interagir mais efetivamente com o desenvolvimento da simulação, já que a mesma, neste momento, era

iniciada e, portanto, começavam a observar o processo de simulação de formação de amônia, além de visualizarem a construção do gráfico de concentração das espécies químicas simuladas em função do tempo. Etapa essa que discutiremos no tópico seção, 5.4. *Evento D: Concepção do Equilíbrio Químico pelos(as) estudantes por meio de interação com uma simulação.*

Uma vez iniciada a simulação e dado um certo tempo para os estudantes realizarem as devidas observações, individuais e em grupo, e, seja escrita ou oral, o professor inicia a próxima etapa da aula, em que confronta as concepções prévias dos(as) estudantes pedindo que, primeiro propusessem, entre o grupo, possíveis projeções do que esperaram que acontecesse caso fizessem alguma modificação no sistema simulado. O propósito desta etapa é de averiguar como os(as) estudantes compreendiam o princípio de Le Châtelier. Após feitas as devidas observações o professor solicitava que os(as) estudantes, então, fizessem as modificações nos parâmetros da simulação, observassem como o sistema se comportava e comparassem com as anotações que fizeram em relação ao que pensaram que poderia ocorrer. Tal etapa será discutida no tópico 5.5. *Evento E: Confrontações das concepções que os(as) estudantes possuem sobre o Princípio de Le Châtelier.*

Caminhando para o final da intervenção, foi planejado um momento em que os(as) estudantes, possivelmente, já familiarizados com as especificidades da simulação, propusessem meios para aumentar a produção de amônia. Este momento foi denominado de Desafio e será discutido no tópico 8. *Evento F: Desafio.*

Doravante apresentaremos e discutiremos os Mapas de Eventos e as transcrições feitos para as intervenções nas turmas 1 e 4. Não obstante, a fim de aclarar a razão que nos levou a seleção de ambas as turmas seguem os motivos: Primeiro, temos que, a Turma 1, é aquela onde temos os(as) estudantes com melhor rendimento acadêmico, ao passo que a Turma 4 está em uma situação diametralmente oposta. Um ponto importante a salientar, antes de prosseguirmos, é que o rendimento acadêmico das devidas turmas é mencionado com base em conversa informal com a professora Beatrice e de acordo com a prática pedagógica que possui. Contudo, teremos, então, a partir da forma como a intervenção pedagógica foi planejada e conduzida, um novo olhar sobre estas turmas buscando não desenvolver as atividades permitindo que tais avaliações determinassem as decisões do professor, de tal modo a averiguar a forma como as TIC podem propiciar construções de conhecimento por meio das TIC e as devidas interações estudante-TIC, estudante-estudante e estudante-professor, além da tríade professor-estudante-TIC para que a intervenção seja a mais produtiva possível, independente do rendimento acadêmicos até então considerado. Em segundo, foram escolhidas apenas duas turmas pelo fato de as intervenções terem acontecido, relativamente, da mesma forma em todas as turmas,

salvaguardando os casos de momentos organizativos e interrupções por parte da supervisão da escola e direção para o repasse de algum recado às turmas. Em terceiro, por questões técnicas, os áudios destas turmas são os que se encontram em melhor qualidade para transcrição.

A fim de demonstrar como a estratégia de ensino adotada pode propiciar melhor compreensão por parte dos(as) estudantes em relação ao conceito de Equilíbrio Químico, reversibilidade, e a dinamicidade intrínseca escolhemos os episódios categorizados como “D”, “E” e “F”. Os eventos citados foram selecionados e analisados com base na Análise de Conteúdo (BARDIN; 1977), que auxilia no processo de elencar “unidades de codificação” (p. 36). E, a partir dessas unidades de codificação faremos a triangulação dos dados apresentando nossas visões e as respaldando com a literatura. Neste sentido, iremos, nas próximas seções, descrever detalhadamente a análise feita dos eventos supracitados.

5.4. Evento D: Concepção sobre Equilíbrio Químico pelos(as) estudantes por meio de interação com uma simulação

Iremos, agora, apresentar e discutir os resultados obtidos com base na análise do mapa de eventos e das transcrições do Episódio D para as Turmas 1 e 4 a respeito do evento D, no qual os(as) estudantes começavam a interagir com a simulação da reação de produção de amônia, a partir dos reagentes hidrogênio e nitrogênio.

A seguir, temos o Quadro 7: Mapa de eventos da Turma 1.

Quadro 7: Mapa de eventos da Turma 1.

Intervenção da Turma 1				
N.O. ³⁷	T.E. ³⁸	Início	Término	Descrição
1	A	00:00	02:44	Os(As) estudantes já estão no laboratório de informática, separados(as) em grupos, a professora Beatrice faz uma explanação inicial de que a aula será regida pelo professor passando a palavra para ele logo em seguida. O professor, então, cumprimenta a turma e pede atenção, começa a explicar a respeito da simulação. Toma o devido cuidado de dizer que tais “bolinhas” significam a representação de moléculas. Também fala a respeito de que existem dois botões, on e off, que servem para ligar e desligar a simulação. Inclusive, neste momento, é enfático em dizer que só devem clicar nestes botões a partir do momento que forem lhe solicitado.
2	B	02:45	03:25	Momento em que o professor começa o processo de pedir aos(às) estudantes para fazerem previsões sobre

³⁷ Número de ordem

³⁸ Tipo de Evento

				possíveis modificações no sistema para compararem as respostas dadas com as observações feitas. A primeira foi a respeito do efeito da variação de temperatura
3	C	03:26	08:45	O professor apresenta para os(as) estudantes um arquivo no qual continha a representação da equação química de formação da amônia já devidamente balanceada e com valor da entalpia da reação. Solicitou aos(as) estudantes que, a partir destas informações, o que eles(as) poderiam inferir a respeito da reação química apresentada. O professor fica circulando pelo laboratório. Em alguns momentos para perto de um ou outro grupo, dialoga com os(as) estudantes que o indagam se as respostas estão certas ou não. O professor apenas disse para não se preocuparem com isso que o importante é anotarem todas as observações que fizerem.
4	B	08:46	15:39	O professor retoma o processo em que os(as) estudantes fazem previsões acerca de possíveis modificações no sistema para compararem as respostas dadas nas observações feitas. Ainda para o caso da temperatura, seguida de volume.
5	* ³⁹	15:40	16:03	Momento organizativo: professor interrompe a intervenção para chamar atenção da turma que estava conversando muito e dispersando atenção.
6	A	16:04	17:34	O professor volta a explicitar a respeito da funcionalidade da reação, bem como orienta os(as) estudantes a fazerem uma variação maior na escolha de temperatura no intuito de que conseguissem ter melhor clareza acerca do que aconteceria com as partículas simuladas quando há grande variação de temperatura.
7	D	17:35	19:54	Neste momento, o professor solicita aos(as) estudantes que iniciem o processo de simulação da reação química. Aguarda um tempo e começa a indagar o que poderiam dizer a respeito do que observaram. Procura também, através do questionamento, averiguar se os(as) estudantes conseguiram perceber que a simulação demonstrava que o sistema estava em equilíbrio. E alguns(mas) estudantes conseguem compreender tal fenômeno.
8	E	19:55	26:15	Professor, agora com a simulação da reação acontecendo, retoma o processo de previsões com os(as) estudantes, porém, com intuito de analisarem os fatores que podem interferir no equilíbrio da reação. Ou seja, os(as) estudantes fariam previsões para depois observarem o princípio de Le Châtelier.

³⁹ Devido a ser um acontecimento pontual não o categorizamos igual aos demais eventos.

9	*	26:16	29:40	Momento organizativo: Aviso de reunião de Pais na Escola e a professora Beatrice iria se ausentar devido a ter que participar dessa. Além disso, o professor aproveita para solicitar aos(as) estudantes que escrevam na folha de anotação o devido número do grupo.
10	F	29:41	42:38	O professor lança um desafio aos(as) estudantes. Uma vez que já estavam com certa familiaridade com a simulação, compreendiam como cada item dela funcionava e estabelecendo como padrão o volume constante, pede para que os(as) estudantes apresentem propostas que possam otimizar a produção de amônia. Possuem total liberdade para que partam de qualquer situação tendo em vista que, a princípio, não possuem produto algum.

Fonte Dados da Pesquisa (2019).

Ao compararmos o Quadro 6 com o Quadro 5, percebemos que a estrutura da intervenção foi seguida de acordo com o que fora planejado previamente, salvaguardando os momentos organizativos que ocorrem em momentos fora do escopo da intervenção, além de um dispêndio de tempo para que os(as) estudantes se organizassem em grupos e, uma vez em seus devidos lugares, iniciarmos a intervenção.

A seguir, no Quadro 8, que ocorreu em cerca de dois minutos e dezenove segundos, trazemos um trecho da intervenção em que mostraremos como ocorreu a interação entre professor, estudantes e simulação.

Quadro 8: Transcrições de todas as falas do Episódio 7 da Turma 1.

T. ⁴⁰	Falas transcritas	Descrição
1	Professor: Reseta os valores para voltar ao normal. Vamos lá pessoal, resetem, por favor! Do lado aí, vocês estão vendo que tem um gráfico. Esse gráfico, no eixo x, tá representado o quê?	O professor iniciava apresentação de outro detalhe da simulação aos(as) estudantes. Começou a explicar a respeito do gráfico de concentração em função do tempo.
2	Estudante Gustavo: Tempo.	Resposta do estudante à indagação feita pelo professor.
3	Professor: Tempo!	O professor falou em voz alta resposta do estudante.
4	Professor: No eixo y?	O professor continuou o processo de interação com os(as) estudantes para que se atentassem aos detalhes desta parte da simulação.
5	Estudantes: Concentração	Alguns estudantes responderam simultaneamente.

⁴⁰ Turno

6	Professor: Ou seja, tem um gráfico de concentração em função do tempo. Beleza? Embaixo dele, tem uns números. Esses números estão representando a concentração. Tá! Então, vamos fazer o seguinte. No início da minha reação. No início da reação existe amônia?	Momento no qual o professor retratou um pouco mais a respeito da simulação preparando os(as) estudantes para ficarem atentos já que a próxima etapa será a observação da simulação de reação química ligada.
7	Estudante Bernardo: Não	Resposta dada por um estudante.
8	Professor: Não! Então quer dizer que não está acontecendo nada. Perfeito?	O professor repetiu a fala do estudante em voz alta e complementou reforçando que a simulação ainda não estava ligada.
9	Professor: Todo mundo agora, por gentileza, vai lá e clica no “on”.	O professor, neste momento, solicitou que os(as) estudantes ligassem a simulação da reação.
10	Estudante Sabrina: Que isso gente?!	A estudante, após o início da simulação, ficou surpresa com o que observava na simulação.
11	Professor: E aí agora é o seguinte. O que vocês fizeram? Nada mais do que ativaram a reação. Tá! Aconteceu alguma coisa no sistema em que as moléculas de H ₂ e as moléculas de N ₂ reagiram entre si e formaram amônia. Mais o que vocês estão observando?	O professor esperou um tempo para que os(as) estudantes percebessem o início e prosseguimento da simulação da reação de produção da amônia, além de observar a reação dos(as) estudantes ao verem a simulação ligada. Durante a fala sobre a reação estudantes movimentavam a cabeça em sinal afirmativo de que estavam vendo isso acontecer. Inclusive, o pesquisador indagou os(as) estudantes a fim de averiguar o que mais eles(as) estavam observando com a simulação ligada.
12	Estudante Bernardo: Ela equilibrou.	Resposta do estudante ao professor.
13	Professor: Ela?	O professor direciona fala ao estudante no intuito de ouvi-lo novamente para que demais estudantes também ouvissem e prestassem atenção que este estudante falou.
14	Estudante Bernardo: Tá em equilíbrio.	O estudante confirmando a resposta que havia dado anteriormente.
15	Professor: Como Você sabe que ela está em equilíbrio?	O professor, neste momento, procurou obter do estudante uma explicação que justificasse a resposta dada por ele em relação ao que estava observando na simulação.
16	Estudante Bernardo: O tempo vai passando e todas as retas estão ficando constantes, indo para frente.	O estudante ia explicando, apontando para a simulação e gesticulando de modo a mostrar que as retas, referentes à concentração das substâncias simuladas da reação, estavam paralelas ao eixo do tempo.
17	Professor: Estão?	O professor, ao ouvir a resposta do estudante, indaga o estudante no intuito de fazer com que prossiga com o raciocínio.
18	Estudante Bernardo: Constantes!	Resposta dada pelo estudante.

19	Professor: Ótimo! E essas retas elas representam o quê?	O professor demonstra satisfação com a resposta do estudante e, logo em seguida, procura fazer com que perceba detalhes importantes.
20	Estudante Bernardo: Uma é a molécula de hidrogênio, a outra é a molécula de nitrogênio e a outra a amônia.	Resposta do estudante à pergunta feita pelo professor.
21	Professor: Tá! Mas no eixo y, o que que eu tenho no eixo y?	O professor continua com o processo de questionamentos ao estudante no intuito de o mesmo apresentar mais detalhes a respeito do que estavam visualizando.
22	Estudante Bernardo: Concentração.	Resposta do estudante.
23	Professor: Show de bola! Então vocês conseguem perceber que, à medida que o tempo vai passando, ninguém desligou a reação ainda, muda a concentração?	Demonstração de satisfação por parte do professor com a resposta do estudante e, em seguida, continua com o processo de questionamentos ao estudante.
24	Estudante Bernardo: Não.	Resposta do estudante.
25	Professor: Não muda. Show de bola!	O professor repete a resposta do estudante de modo enfático e, novamente, demonstra satisfação.

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Ao observarmos as falas do Quadro 8 percebemos como foi acontecendo o processo de interação entre professor, estudantes e simulação e a construção do conhecimento por meio desta relação. Além disso, traz à tona o que apresentamos sobre a atuação mais ativa do professor em conjunto com os(as) estudantes (CARNEIRO; PASSOS, 2014; JÚNIOR; CIRINO, 2016; LEITE *et. al.*, 2017; LOUREIRO *et. al.*, 2019; OLIVEIRA *et. al.*; 2015; PAULA; SUANNO, 2019) ao utilizar as TIC como estratégia de ensino. Inclusive, a respeito da ação do professor sobre a tríade estudante-conhecimento-computador apontada por Leite *et. al.* (2017) de modo a propiciar a construção do conhecimento por parte do estudante.

Ademais, traz o momento da intervenção em que, através do diálogo com o estudante Bernardo e, na mesma direção, do assentimento dos(as) demais estudantes, entendem o conceito de EQ. Ao analisarmos o intervalo entre os turnos 11 e 18, mais detidamente nas falas do turno 15 e 16, nas quais o professor indaga o estudante a razão dele poder afirmar que a reação química simulada encontrava-se em equilíbrio e, então, o estudante Bernardo responde “*O tempo vai passando e todas as retas estão ficando constantes, indo para frente*”. Assim, coaduna com os apontamentos de Carobin e Andrade Neto (2003) ao dizerem que

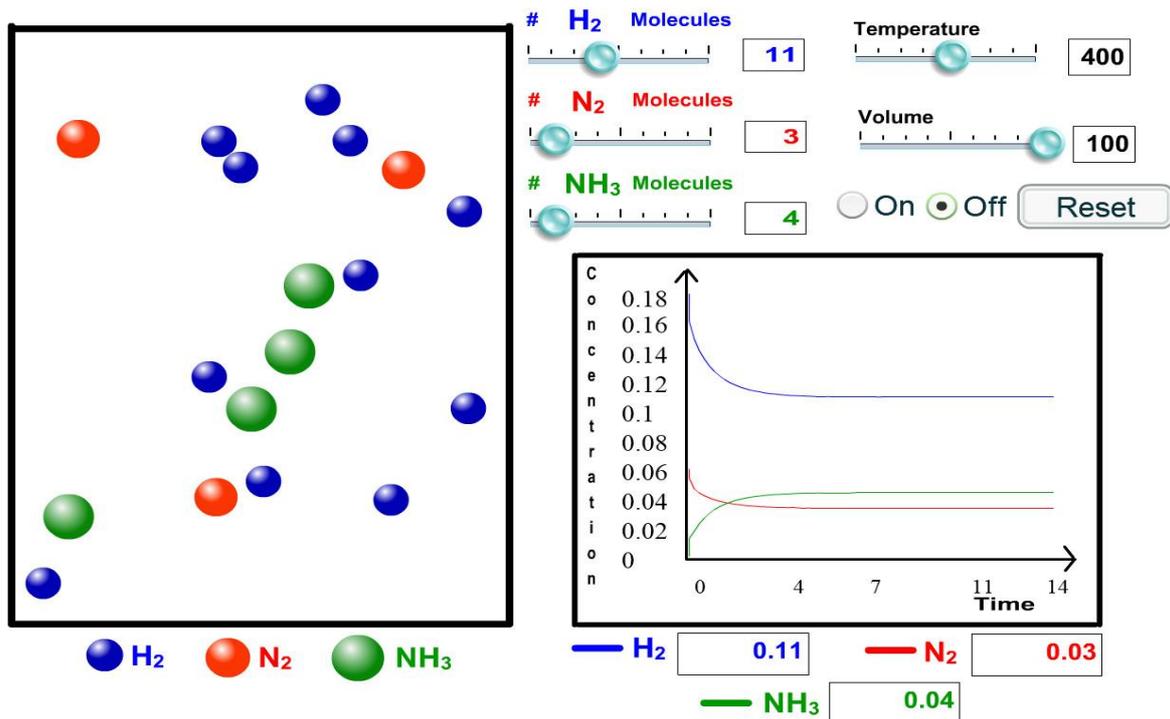
o confronto entre a imagem da simulação, que fornece um modelo científico correto do fenômeno e algumas ideias prévias incorretas dos estudantes, tanto em nível microscópico e simbólico, pode ajudar a compreender e até mesmo

aperfeiçoar aspectos de difícil entendimento, como a reversibilidade e o dinamismo de um estado de Equilíbrio Químico. (p. 2).

Outra observação que devemos apontar está relacionada a sequência de diálogo entre o professor e o estudante Bernardo dos turnos 11 ao 25 e a forma concatenada como é conduzida.

A título de ilustração deste momento, vejamos a Figura 3: Início da reação química simulada alcançando em EQ.

Figura 3: Início da reação química simulada alcançando em EQ



Fonte: <https://sites.google.com/site/ctinteractives/NH3.swf>

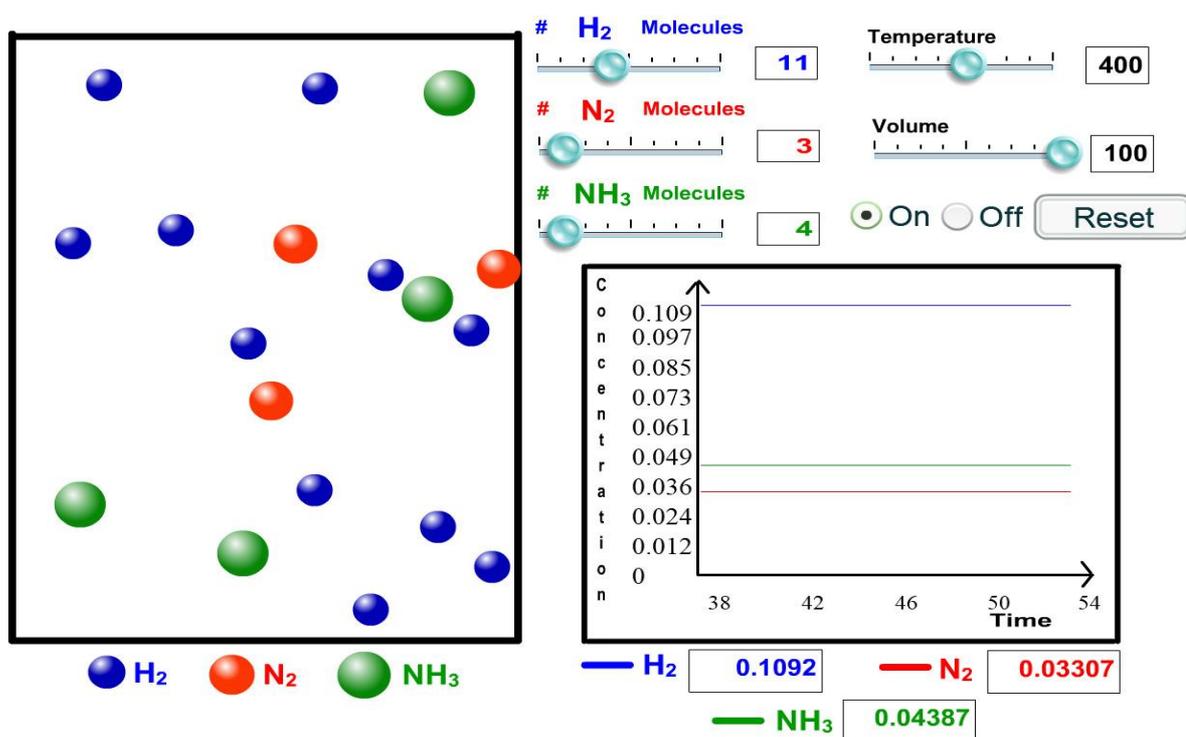
Percebamos que o professor foi trabalhando com o estudante para que, não somente falasse para turma a observação que o grupo dele chegou a respeito da reação química simulada alcançar o EQ, como também, a busca por mostrar os detalhes observados na simulação que o fizeram chegar a tal conclusão. E acreditamos ser neste sentido que Sampaio e Almeida (2010) falam a respeito da “relevância de se utilizar os OA” para compreensão de conceitos abstratos devido ao fato deste recurso, por intermédio do professor, promover “uma aprendizagem do tipo colaborativa” (p. 66). Inclusive, “possibilitar que os alunos ajudem-se mutuamente” na (re)formulação de suas concepções através do uso das TIC (SAMPAIO; ALMEIDA, 2010, p. 66). Além disso, reflete o que Driver *et. al.* (1999) relata a respeito de uma sequência de indagações feitas pelo professor de modo a evidenciar a forma como o(a) estudante

compreendeu o conceito. Desse modo, “as atividades e intervenções do professor são descritas como promovendo o pensamento e a reflexão por parte dos alunos, solicitando argumentos e evidências em apoio às afirmativas” (p. 33).

Destacamos ainda a fala da estudante Sabrina transcrita no Turno 10 em que diz “*Que isso gente?!?*”. É percebido que a estudante demonstra surpresa ao visualizar o início da simulação Figura 3, quando ocorre a formação do gráfico de concentração em função do tempo e a simulação de produção das esferas que representam a molécula de amônia. E interpretamos tal comportamento como uma possível potencialidade devido ao fato de ser importante o OA utilizado estimular o interesse do(a) estudante pelo conceito abordado (CARVALHO *et. al.*, 2019).

Vejamos a Figura 4, de modo a facilitar a compreensão dos turnos 23, 34 e 25.

Figura 4: Reação Química simulada em Equilíbrio Químico



Fonte: <https://sites.google.com/site/ctinteractives/NH3.swf>

Novamente analisando o intervalo entre os turnos 11 e 25, porém, agora no sentido de apontar uma fragilidade da estratégia de ensino adotada é que, devido ao tempo que dispúnhamos, não foi possível averiguar se os demais grupos também haviam chegado a esta conclusão, e, se chegaram, a forma como a qual procederam, o que, certamente, enriqueceria ainda mais a discussão. E, partir desta observação, elencamos uma segunda fragilidade da estratégia de ensino realizada, o tempo. Possivelmente, se dispuséssemos de mais horas/aulas

para aplicação do OA, poderíamos elaborar momentos em que os(as) estudantes teriam maior contato com a simulação. Assim, estariam mais familiarizados com o recurso podendo, inclusive, realizar tarefas nas quais o(a) professor(a) possa avaliá-los(as) mediante proposição de metas, objetivos e/ou desafios.

Façamos agora o mesmo movimento para a Turma 4 em que, primeiramente, apresentaremos o mapa de eventos Quadro 9, a fim de demonstrar como a intervenção nesta turma ocorreu, seguida das devidas análises e, posteriormente, apresentação das falas transcritas do respectivo evento D, as quais constam no Quadro 10: Transcrições das falas no Episódio 7 da Turma 4, juntamente das nossas ponderações.

Quadro 9: Mapa de eventos da Turma 4

Aula Turma 4				
N.O. 41	T.E. ⁴²	Início	Término	Descrição
1	A	00:00	02:23	Os(As) estudantes já estão no laboratório de informática, separados(as) em grupos e o professor pede atenção e começa a explicar a respeito da simulação. Toma o devido cuidado de dizer que tais “bolinhas” significam a representação de moléculas. Também fala a respeito de que existe dois botões, “on” e off, que servem para ligar e desligar a simulação. Inclusive, neste momento, é enfático em dizer que só devem acionar tais a partir do momento que forem lhe solicitado.
2	B	02:24	02:38	Momento em que o professor começa o processo de pedir aos(às) estudantes para fazerem previsões sobre possíveis modificações no sistema para compararem as respostas dadas com as observações feitas. A primeira foi a respeito do efeito da variação de temperatura
3	*	02:39	05:44	Momento organizativo. Haviam grupos de numerosos estudantes para apenas um computador, enquanto que outros pequenos podendo aderir a mais integrantes.
4	B	05:45	09:04	Retomada do processo de previsão com os(as) estudantes. Uma vez feitas as devidas previsões, o professor abre espaço para que os(as) estudantes comecem a interagir com a simulação de modo a aumentar a temperatura, a princípio. Após um tempo, pergunta se os(as) estudantes foram coerentes em suas previsões. Ouviu algumas respostas e, em seguida, confronta-os para fazerem o processo reverso na simulação. Ouve algumas respostas e, então, pede para

⁴¹ Número ordem.

⁴² Tipo de Evento

				que façam a experiência e observem se condiz com o que previram.
5	A e B	09:05	10:32	Professor pede aos(as) estudantes para reiniciarem a animação de modo a começarem, de modo padronizado, a nova fase de previsões. Com as simulações ajustadas, faz o mesmo processo de previsão com os(as) estudantes, porém, agora para a grandeza pressão, a qual, implicitamente, está ligada a grandeza volume presente na simulação.
6	C	10:33	15:20	O professor apresenta para os(as) estudantes um arquivo no qual continha a representação da equação química de formação da amônia já devidamente balanceada e com valor da entalpia da reação. Solicitou aos(as) estudantes que a partir destas informações o que eles(as) poderiam inferir a respeito da reação química apresentada. O professor fica circulando pelo laboratório. Em alguns momentos para perto de um ou outro grupo, dialoga com os(as) estudantes que o indagam se as respostas estão certas ou não. O professor apenas disse para não se preocuparem com isso que o importante é anotarem todas as observações que fizerem.
7	D	15:21	18:57	Neste momento, o professor pediu aos(as) estudantes que iniciem o processo de simulação da reação química. Aguarda um tempo e começa a indagar aos(as) estudantes o que poderiam dizer a respeito do que observaram que aconteceu. Procura também, através do questionamento, averiguar se os(as) estudantes conseguiram perceber que a simulação demonstrava que o sistema estava em equilíbrio. E alguns(mas) estudantes conseguem compreender tal fenômeno.
8	E	18:58	24:05	O professor, agora com a simulação da reação acontecendo, retoma o processo de previsões com os(as) estudantes, porém, com intuito de analisarem os fatores que podem interferir no equilíbrio da reação. Ou seja, os(as) estudantes fariam previsões para depois constatarem o princípio de Le Châtelier.
9	F	24:06	39:00	O professor lança um desafio aos(as) estudantes. Uma vez que já estavam com certa familiaridade com a simulação, já compreendiam como cada item da simulação funcionava e estabelecendo como padrão o volume constante, pede para que os(as) estudantes apresentem propostas que possam otimizar a produção de amônia. Indica que possuem total liberdade para que partam de qualquer situação tendo em vista que, a princípio, não possuem produto algum.

Fonte Dado da Pesquisa (2019).

Novamente, fazendo o processo de comparação, agora entre o Quadro 9: Mapa de eventos da Turma 4 e o Quadro 5: Estrutura da intervenção pedagógica utilizando simulação como objeto de aprendizagem, percebemos que todas as etapas planejadas pelo professor na intervenção realizada na Turma 4 também foram contempladas. E tal fato é importante para trazer à tona que as turmas, inclusive aquelas não descritas aqui participaram de intervenções equivalentes.

Iniciemos, então, nossas análises das falas transcritas do episódio D, as quais constam no Quadro 10. Quadro 10: Transcrições das falas no Episódio 7 da Turma 4, a seguir.

Quadro 10: Transcrições das falas no Episódio 7 da Turma 4

T. ⁴³	Falas Transcritas	Descrição
1	Professor: Vamos lá! Voltou para simulação, vocês vão clicar no botão “on”. Nós vamos ligar [iniciar a simulação da] a reação química.	Após os(as) estudantes analisarem a representação da equação química presente no conteúdo instrucional e feito as devidas observações, o professor autorizou-os(as) a iniciarem a simulação da reação química de produção da amônia.
2	Professor: E aí, ó! O quê que tá acontecendo? Vocês têm um gráfico. No eixo X do gráfico o quê que tem? No eixo X.	Após estudantes já terem visto o início do processo da simulação o pesquisador buscou fazer com que observassem os detalhes presentes no gráfico presente ao lado da simulação.
3	Estudantes: Tempo.	Resposta dos(as) estudantes ao observarem o gráfico presente na simulação.
4	Professor: Tempo. No eixo Y, o que que a gente tem?	Professor repetiu a resposta dos(as) estudantes e, sem perder tempo, já buscava fazer com que se atentassem ao que estava presente no eixo vertical do gráfico.
5	Estudante Marta: Quantidade.	O professor chegou perto para averiguar o porquê da resposta da estudante e olha para simulação.
6	Estudante Douglas: Concentração.	Rapidamente, o estudante responde ao que o pesquisador indagava.
7	Professor: Concentração! Mas não deixa de ser quantidade.	O professor aproveitou da resposta do estudante Douglas, repetiu-a para confirmar o que, de fato, estava relacionado o eixo y do gráfico simulado. Porém, demonstrou que a resposta da estudante Marta não estava errada no intuito de mantê-la estimulada a sempre responder e participar da aula.
8	Professor: Beleza! Olha só! O que vocês podem falar a respeito do que vocês estão visualizando agora?	Continuando no processo de fazer com os(as) estudantes mantivessem a atenção na simulação, o professor buscou pergunta-los(as) acerca do que estavam vendo acontecer na simulação.
9	Estudante Jaqueline: Entrou o NH ₃ .	A estudante retratou que houve surgimento de NH ₃ na simulação, já que, antes de iniciar a simulação, não havia a presença desta substância na simulação.

⁴³ Turno.

10	Professor: NH_3 . Então, aconteceu a reação, teve formação de amônia. Só que vocês estão percebendo que o tempo está passando? E aí?	O professor percebeu que os(as) estudantes ainda não tinham se atentado ao fato de que a reação já tinha alcançado o estado de EQ na simulação. Assim, procurou fazer com que os(as) estudantes notassem que, mesmo o tempo não parando, as concentrações continuavam constantes.
11	Estudante Henrique: Não tá voltando.	Neste momento, o estudante percebeu uma fragilidade da simulação. Após ligar a simulação da reação de produção da amônia, é notado que há surgimento de esferas verdes que representam a molécula de amônia. Todavia, a simulação é falha quando duas moléculas de amônia se colidem e continuam sendo amônia. Em momento algum, as moléculas colidem e formam esferas que representam a molécula de gás nitrogênio e moléculas de gás hidrogênio.
12	Professor: O que que tá acontecendo aí?	Professor não ouviu a resposta do estudante Henrique e, assim, continuou indagando os(as) estudantes sobre o que estavam observando acontecer na simulação.
13	Estudante Henrique: Não tá, não tá, [...]	O início da fala do estudante foi captado pela filmadora, porém, devido a intensa conversa no laboratório, não se pode compreender o que ele disse ao final da frase.
14	Professor: Tá indo no caminho.	O professor prestava atenção na fala da estudante Lara, que não aparece nas filmagens, e também não teve a fala dela captada pela filmadora.
15	Professor: Está em equilíbrio dinâmico? Mais o quê?	O professor repetiu o termo dito pela estudante Lara e, então, buscou averiguar o que mais ela ou o grupo poderiam dizer a respeito do que estavam observando na simulação.
16	Estudante Henrique: Não está acontecendo a reação inversa.	Novamente, o estudante notou uma fragilidade da simulação.
17	Professor: Não está acontecendo a reação inversa?	Na filmagem aparece o professor olhando em direção ao estudante, mas não teve uma boa captação de áudio para discernir o que foi dito pelo estudante e saber sobre o que foi dito pelo professor.
18	Professor: O que vocês podem falar a respeito das concentrações?	De um modo geral, o professor buscou atrair os olhares dos(as) estudantes para um detalhe que talvez não tivessem percebido e, assim, chegarem a alguma conclusão.
19	Professor: Diminui N_2 , diminui H_2 e forma NH_3 . Beleza! Ótima observação! Mais o que vocês conseguiram visualizar?	O professor ouvia, atentamente, a estudante Renata cuja fala não ficou muito perceptível na gravação, mas repetiu boa parte do que a estudante havia dito. Além disso, expressa, com as mãos, algo como uma linha imaginária reta, de modo a, talvez, os(as) estudantes percebessem que as concentrações não mudavam ao longo que os segundos passavam na simulação.
20	Professor: O que vocês podem falar a respeito das concentrações? O tempo tá passando. [...] E aí?	O professor, mais uma vez, buscava instigar os(as) estudantes a se atentarem a detalhes da simulação que poderiam suscitar evidências para construir o conceito de equilíbrio químico.

21	Estudante Henrique: A concentração tá constante.	Fala do estudante após a pergunta feita pelo professor.
22	Professor: E aí?	Apesar do estudante ter dado uma resposta, devido ao barulho de conversa na sala, o pesquisador não havia escutado e fez nova pergunta.
23	Estudante Henrique: A concentração tá constante.	O estudante repetiu a resposta que deu anteriormente. Porém, desta vez, o pesquisador encontrava-se próximo a ele e prestando atenção que o estudante falava.
24	Professor: A concentração tá constante, o que isso infere, então, na nossa reação?	O professor se apropriando da resposta do estudante, buscou indagar a turma o que tal informação poderia ajuda-los(as) na interpretação da reação simulada.
25	Professor: Tá em?	O professor prestava atenção na fala da estudante Jaqueline. A fala não foi captada pela filmadora, mas o vídeo mostra, claramente, o pesquisador prestando atenção na fala da estudante.
26	Estudante Jaqueline: Equilíbrio.	Resposta da estudante à pergunta feita pelo professor.
27	Professor: Exato! Se a concentração, gente, ela não muda com o tempo a gente vai ter equilíbrio. Percebe! É isso que a professora sempre falou: Olha! A reação tá acontecendo. Eu estou tendo Hidrogênio interagindo com Nitrogênio formando Amônia. Só que essa Amônia interage entre si e restitui esse Hidrogênio e Nitrogênio.	Aproveitando a resposta dada pela estudante Jaqueline, o professor retratou a respeito do que a professora Beatrice ensinou aos(as) estudantes durante as aulas em sala quanto ao conteúdo de Equilíbrio Químico.

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Observando as falas no Quadro 10, atentemo-nos as falas dos turnos 4 ao 7.

Embora a estudante Marta não tenha respondido o que, de fato, era a grandeza que consta no devido eixo do gráfico representado na simulação, o professor enfatiza a resposta mais apropriada dada pelo estudante Douglas, mas sem deixar de valorizar a resposta da estudante Marta. Assim, de acordo como que o apontamos a respeito da postura do professor de ciências (DRIVER *et. al.*, 1999), é importante a valorização do conhecimento do(a) estudante para encorajá-lo(a) na construção do próprio conhecimento.

Um ponto muito importante, porém, num sentido de fragilidade é o que percebemos nas falas do estudante Henrique nos turnos 11 e 16 e, devidos a problemas técnicos não foi possível captar o áudio do professor conversando com o mesmo, de modo a transcrever a resposta dada ao estudante para contornar esta fragilidade. Nas falas o estudante evidencia, o que apontamos na metodologia, como uma das limitações da simulação.

Turno 11 *Estudante Henrique: Não tá voltando.*

Turno 16 *Estudante Henrique: Não está acontecendo a reação inversa.*

Tuno 17 *Professor: Não está acontecendo a reação inversa?*

Embora, tenhamos mostrado as potencialidades da simulação, deparamo-nos com algo já previsto. E, portanto, apesar de não termos a fala do professor para esta situação, evidencia a importância da presença desse durante o processo, pois será a forma como a qual conduzirá a discussão que fará com que tal embate seja contornado. E isso está de acordo com os autores Paula e Suanno (2019, quando relatam a respeito da presença das TIC no processo de ensino e aprendizagem por si só “não garante o sucesso”, mas que a ação do professor é “fundamental” (p. 216).

Analisando agora os turnos de 18 ao 27, percebemos que, novamente, temos o que apontamos para a Turma 1 da sequência de perguntas realizadas pelo professor no intuito de concatenar o raciocínio dos(as) estudantes (DRIVER *et. al.*, 1999) de modo concluir que tais detalhes elencados pelo docente configuram o conceito de EQ simulado. E o objetivo pode ser confirmado nas falas transcritas nos turnos 24, 25 e 26 a seguir:

Professor: A concentração tá constante, o que isso infere, então, na nossa reação?

Professor: Tá em?

Estudante Jaqueline: Equilíbrio.

Um ponto importante pode ser elencado na fala transcrita do turno 27 em que o professor retoma todo o conceito de EQ na fala transcrita, “*Se a concentração, gente, ela não muda com o tempo a gente vai ter equilíbrio*”, alude as aulas que os(as) estudantes tiveram com a professora sobre o conceito no trecho de fala subsequente, “*É isso que a professora [Beatrice] sempre falou*”, e, finaliza a fala, encontrando uma forma de contornar o momento de fragilidade causada pela limitação da simulação ao dizer, “*A reação tá acontecendo. Eu estou tendo Hidrogênio interagindo com Nitrogênio formando Amônia. Só que essa Amônia interage entre si e restitui esse hidrogênio e nitrogênio*”. E aqui temos, outro exemplo da importância da presença do professor no processo de construção do conhecimento usando TIC e auxiliando o estudante a (re)elaborar suas concepções (PAULA; SUANNO; 2019).

Partamos agora para uma comparação entre as Turmas 1 e 4. Lembrando que, a Turma 1 possui maior rendimento acadêmico que a Turma 4. Tendo isso em vista, quando analisamos, comparativamente, o Episódio D da Turma 1 e o Episódio D da Turma 4, percebemos que, embora a fala transcrita final do professor para Turma 1 tenha sido, relativamente breve e para Turma 4, o professor faz todo um apanhado do Episódio D, percebemos que ambas as turmas, através da interação com a simulação, do diálogo dos(as) estudantes entre eles(as) nos grupos e com o professor a compreensão acerca do conceito de Equilíbrio Químico ocorrera, de certo modo, da mesma forma. E, portanto, permite-nos confirmar o que Sampaio e Almeida (2010)

dizem a respeito da “relevância de se utilizar os OA está no fato destes promoverem uma aprendizagem do tipo colaborativa, ou seja, essa ferramenta pedagógica permite a construção do conhecimento porque contempla a interação e a cooperação entre parceiros” (p. 66). E julgamos que podemos entender como parceiros, não somente os estudantes entre si, e, em conjunto, o(a) professor(a), mas que as TIC também vão se tornando grandes aliadas do processo de construção do conhecimento e do professor como profissional que, quando tem a devida formação e conhece as devidas potencialidades e fragilidades das ferramentas que estão ao seu dispor para, de modo minucioso, extrair o máximo possível destes recursos.

Portanto, vamos percebendo as devidas potencialidades, e, as devidas fragilidades, de utilizar as TIC, mais precisamente, uma simulação, como OA no intuito de superar a relação professor-estudante centrada no professor e no conteúdo e torná-la uma tricotomia estudante-conhecimento-TIC de modo a potencializar a ação professoral, bem como instigar a participação dos(as) estudantes no processo de ensino e aprendizagem do conceito de EQ.

Na próxima seção, iremos abordar como ocorreu o Episódio E em que buscamos propiciar momentos de confrontações das concepções prévias dos(as) estudantes a respeito da perturbação de uma reação química em Equilíbrio Químico por meio da interação com a simulação.

5.5. Evento E: Confrontações das concepções que os(as) estudantes possuem sobre o Princípio de Le Châtelier

Como já mencionamos, este segmento de aula retrata o momento em que o professor procura, através da confrontação das ideias prévias, fazer com que os(as) estudantes compreendam a respeito do Princípio de Le Châtelier, ou seja, por meio da alteração do estado de Equilíbrio Químico de uma reação química simulada modificada pelo aumento da concentração de um dos reagentes presentes na simulação, o N_2 .

A fim de auxiliar na compreensão das falas transcritas das Turmas 1 e 4, vejamos, a Figura 4 (pág. 71), para entendermos como os(as) estudantes estavam, neste momento da intervenção, observando a reação química simulada de produção da amônia. Atentemo-nos aos números que estão no eixo horizontal (Time) do gráfico na Figura 4. Além disso, também ilustra o fato de que, enquanto os(as) estudantes não modificarem o sistema, seja aumentando ou diminuindo a concentração, de um ou mais participantes da reação simulada, variar a temperatura, ou, então, alterar o valor do volume, o tempo continuará passando e o valor das concentrações, representadas no gráfico pelas respectivas faixas coloridas, sinalizando a qual

espécie química simulada representa, também não mudariam. Tal detalhe é muito importante, pois, daí emergem “os aspectos cinéticos e termodinâmicos das interações” [...] e, possivelmente, podem construir “um sólido arcabouço conceitual da Química, mostrando a complexidade e a beleza contida nos processos que ocorrem ininterruptamente na natureza” (CONCEIÇÃO *et. al.*, 2017, p. 137).

Sigamos, então, para as transcrições deste evento, *a priori*, para a Turma 1, cuja duração do episódio foi de seis minutos e vinte segundos, e, *a posteriori*, para a Turma 4, cujo episódio teve cinco minutos e sete segundos de duração, em que a finalidade será de mostrarmos quais as unidades de codificação pinçamos para demonstrarmos a importância desta estratégia de ensino no que tange o conceito de reversibilidade e dinamicidade de reações químicas em EQ. A seguir, Quadro 11.

Quadro 11: Transcrições das falas no Episódio 8 da Turma 1

T. ⁴⁴	Falas Transcritas	Descrição
1	Professor. EH!? Vamos lá! Agora, o que vocês esperam que aconteça, e aí, façam, tipo assim, lembrando que tem que ter um pra fazer as anotações tá? Por gentileza. Então, o que vocês esperam que aconteça se você aumentar a quantidade de nitrogênio, de N ₂ , no sistema. É uma previsão. Vocês estão vendo que a reação está em equilíbrio como o colega disse, e as concentrações não mudam, você vai aumentar a concentração de um dos participantes.	O professor apresenta aos(as) estudantes uma nova etapa da aula: confrontação das concepções que os(as) estudantes possuem acerca dos Princípios de Le Châtelier, mais precisamente, da variação da concentração de um dos reagentes, de uma reação química que já se encontra em EQ. No caso, a reação de formação da amônia simulada pelo OA.
2	Carla: A reação não vai mais estar em equilíbrio.	Prontamente a estudante responde à indagação feita pelo professor.
3	Professor: Ela não vai estar em equilíbrio mais. E o que você espera que aconteça com o tempo?	O professor, a partir da resposta dada pela estudante, faz uma nova pergunta no intuito de averiguar a concepção que essa possui acerca do conceito de Equilíbrio Químico e Princípio de Le Châtelier.
4	Professor: Você vai modificar a situação que está acontecendo. Perfeito! E aí? E aí a reação para? Vamos imaginar o seguinte, a reação não para, está acontecendo, vocês não desligaram a reação. Percebe o seguinte, o reator tá	O professor comenta a partir da resposta de um estudante que, devido ao barulho da conversa da turma e do estudante ter falado em voz baixa, não teve o áudio captado. Porém, o professor, ao ouvir o comentário, fala para a turma como um todo.

⁴⁴ Turno

	ligado, você vai adicionar nitrogênio dentro do reator. E aí?	
5	Bernardo: -	O estudante faz um comentário em voz baixa que não foi captado de modo nítido pelo sistema de captação de áudio da câmera.
6	Professor: Perfeito! Você acha que isso realmente vai acontecer?	O professor, que se encontrava próximo do estudante, comenta a respeito do que acabara de ouvir e faz uma pergunta de modo a verificar se o estudante estava ciente daquilo que falara.
7	Professora Beatrice: Fala mais alto para todo mundo ouvir.	A professora Beatrice, percebendo a importância do comentário feito pelo estudante Bernardo, solicita-o que aumente o tom de voz para demais estudantes pudessem ouvir a resposta dele.
8	Bernardo: Eu acho que vai aumentar a concentração do nitrogênio, mas depois ele vai equilibrar e voltar a ficar constante.	O estudante apresenta aqui a concepção que tem acerca do que espera que aconteça após modificarem a reação de produção da amônia simulada que já estava em EQ.
9	Professor: Vamos lá! Faz aí. Aumenta, não tem um valor, aumenta o nitrogênio, o N ₂ . E aí, depois, solta o slider.	O professor autoriza os(as) estudantes a fazerem a devida modificação na simulação. Além disso, deixa a critério dos(as) estudantes o quanto desejassem manipular a simulação, desde que fosse no sentido de aumentar a concentração de nitrogênio.
10	Professor: E aí, o que que aconteceu na reação? O que vocês estão observando que aconteceu aí?	Esperado um certo tempo, o professor pergunta para turma, como um todo, o que tinham observado após terem feito a modificação.
11	Professor: Continuou constante? Na hora que você mexeu, que você aumentou, o que que aconteceu?	Neste momento, o professor dialogava com o grupo da estudante Carla. Foi possível apenas ouvir a fala do professor. Mas percebemos que o grupo observara que após a modificação realizada pelo grupo na simulação e esperando algum tempo, a mesma retornara ao estado de Equilíbrio Químico.
12	Bernardo: O hidrogênio diminuiu, né? A concentração. A concentração do hidrogênio diminuiu. Né?	Embora a pergunta não tivesse sido direcionada para o grupo do estudante Bernardo, ele a ouviu e faz o devido comentário, que, no momento, não foi ouvido pelo professor porque estava prestando atenção ao que o grupo da estudante Carla estava expondo.
13	Professor: Oi?	Professor, que estava conversando com o grupo da estudante Carla, vira-se para o lado do estudante Bernardo no intuito de buscar ouvir melhor a resposta que o estudante havia dito.
14	Bernardo: A concentração do hidrogênio diminuiu. Né?	O estudante repete a resposta para o professor.
15	Professor: Era uma coisa que vocês esperavam que acontecesse?	O professor buscou averiguar se tal observação apontada pelo estudante Bernardo era algo esperado por ele e/ou pelo grupo que fazia parte.

16	Bernardo: Não!	O fato narrado pelo estudante foi algo que nem ele ou o grupo esperavam que acontecesse. E a menção ao grupo é devido ao fato de na filmagem constarem a expressão de perplexidade que todos e todas do grupo demonstraram após indagação do professor.
17	Professor: Não? Porque, olha só! Vamos imaginar o seguinte: alguém adicionou hidrogênio?	Aproveitando a oportunidade, o professor inicia um processo de discussão ao indagar os estudantes a respeito das condições as quais o sistema simulado se encontrava.
18	Estudantes: Não	Em uníssono os(as) estudantes responderam que não haviam adicionado o devido reagente na simulação.
19	Professor: Alguém retirou hidrogênio?	Ainda no intuito de propiciar um momento reflexivo aos estudantes, o professor pergunta no sentido oposto em relação ao que indagara anteriormente.
20	Estudantes: Não	Novamente, os(as) estudantes respondem não terem feito tal procedimento.
21	Professor: Mas vocês adicionaram nitrogênio. Tinha hidrogênio lá dentro?	Aqui, o professor traz à tona o que os(as) estudantes tinham feito e os(as) indaga se notaram que havia a presença, na reação simulada, a presença do reagente que não havia sido modificado.
22	Viviane: Tinha.	Resposta de uma estudante à pergunta feita pelo professor.
23	Professora Beatrice: Tinha ou não tinha gente?	A professora Beatrice interagiu com a turma de tal modo a fazer com que os(as) estudantes respondessem, em voz alta, a pergunta feita pelo professor.
24	Professor: Continua tendo hidrogênio, H ₂ , a bolinha azul, continua tendo ela?	O professor faz a pergunta aos(as) estudantes no intuito de que observassem a simulação que, até o momento, não havia sido, novamente, modificada e constatassem que ainda havia presença do devido reagente na mesma.
25	Estudantes: Sim.	Os(As) estudantes após observarem a simulação respondem afirmando o que fora questionado pelo professor.
26	Professor: Repara agora o quanto de bolinha vermelha tem, o tanto de bolinha azul tem. Essa bolinha, ela está representando o hidrogênio, a bolinha vermelha representa o nitrogênio, enquanto que a bolinha verde representa a amônia. Embaixo do gráfico tem as concentrações. Esse valor é importante vocês terem em mente. Vocês anotarem ele para vocês compararem.	Temos aqui o professor frisando que as bolinhas que apareciam na simulação eram apenas representações das substâncias simuladas. Além disso, reforça a importância dos(as) estudantes estarem atentos(as) aos valores das concentrações que eram mostradas abaixo do gráfico de concentração em função do tempo.

Fonte Dados da Pesquisa (2019).

Iniciamos nossas análises focando no intervalo de turnos de 1 ao 9. Percebemos que, neste momento, o professor começa a fazer o procedimento de elencar os conhecimentos prévios dos(as) estudantes, ou seja, quais as concepções que possuem acerca do que esperavam acontecer quando houvesse uma modificação em uma reação química em EQ. Na fala transcrita da estudante Carla, no turno 2, ela diz que: *A reação não vai mais estar em equilíbrio*. Percebemos que a estudante já demonstrava que o EQ da reação seria alterado. No turno subsequente, o professor, então, visa averiguar se a estudante compreendera o conceito de EQ indagando-a sobre o que ela esperava que acontecesse ao longo do tempo, após a modificação ao dizer: *Ela não vai estar em equilíbrio mais. E o que você espera que aconteça?* O estudante Bernardo, atendo ao que o professor estava conversando com a estudante Carla, responde algo que chamou a atenção do professor, porém, por motivos técnicos, não foi possível captar a fala do estudante, porém, percebemos que a fala do estudante foi importante para o professor, pois o mesmo fala: *Perfeito! Você acha que isso realmente vai acontecer?* A professora Beatrice percebendo que a turma não tinha ouvido a fala do estudante Bernardo solicita que o mesmo repita em voz alta o que falara, *Fala mais alto para todo mundo ouvir*. Então, o estudante Bernardo repete para a turma: *Eu acho que vai aumentar a concentração do nitrogênio, mas depois ele vai equilibrar e voltar a ficar constante*. Após a fala do estudante, o professor autoriza os(as) estudantes a realizarem a modificação da forma como desejarem: *Vamos lá! Faz aí. Aumenta, não tem um valor, aumenta o nitrogênio, o N₂. E aí, depois, solta o slider*. Este intervalo de turnos alude o que Nascimento e Silva (2018) apontam para a magnitude do professor valorizar as “experiências e vivências anteriores” dos(as) estudantes para, então, confrontar as concepções geradas por meio dessas com as observações futuras que farão após a devida interação com a simulação (p. 78).

Analisando o intervalo seguinte, turnos 12 ao 26, percebemos, mais uma vez, o que Driver *et. al.* (1999) aponta na questão da construção do conhecimento sendo realizada em sala de aula. Segundo as autoras e autores,

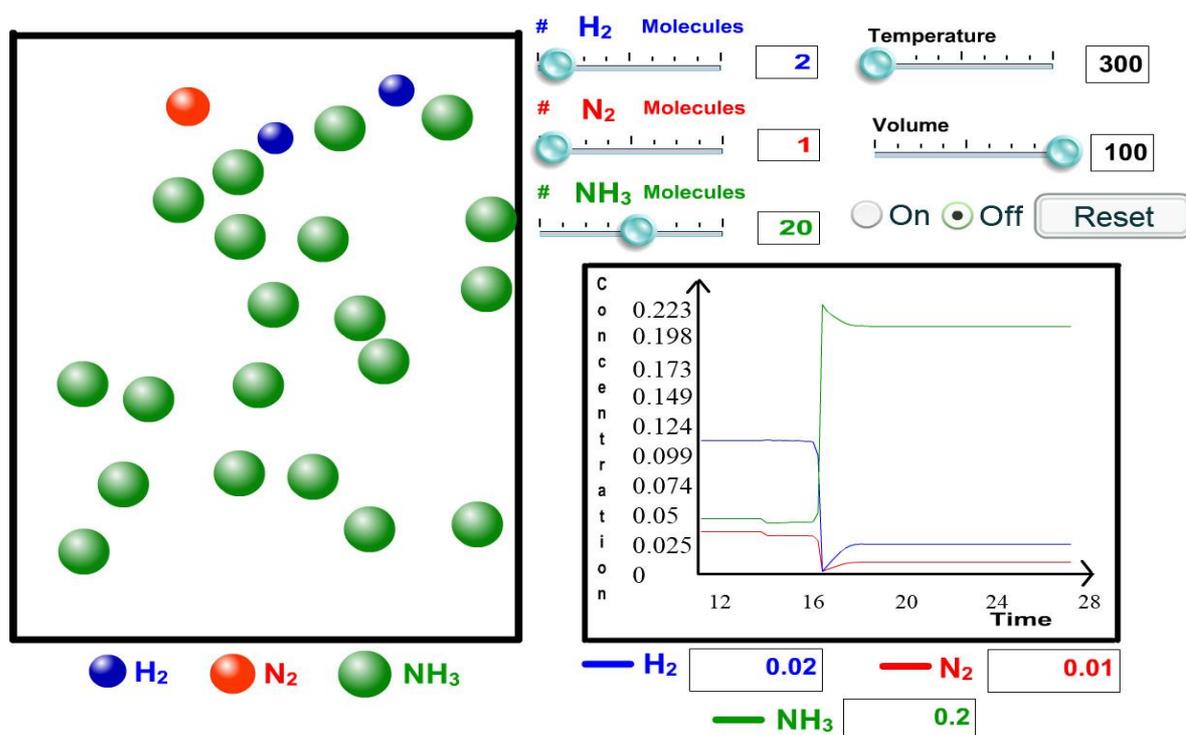
as salas de aula são lugares onde as pessoas estão ativamente engajadas umas com as outras na tentativa de compreender e interpretar fenômenos por si mesmas, e onde a interação social em grupos é vista como algo que fornece o estímulo de perspectivas diferentes sobre quais os indivíduos possam refletir (p. 33).

Indo ao encontro deste pensamento, como também, ampliando-o é o que aponta Júnior e Cirino (2016) quando falam a respeito da participação do estudante em harmonia com a

atuação do professor potencializada por meio do uso das TIC pode favorecer o surgimento de novos “significados em salas de aulas de Química” (p. 106).

A fim de melhor compreendermos como os(as) estudantes perceberam a diminuição da concentração de Hidrogênio presente na simulação, vejamos a Figura 5.

Figura 5: Modificação da reação química de produção da amônia simulada



Fonte: <https://sites.google.com/site/ctinteractives/NH3.swf>

Partamos agora para análise do Evento E da Turma 4. As falas transcritas desta turma constam no Quadro 12, a seguir.

Quadro 12: Transcrições das falas do Episódio 8 da Turma 4

T ⁴⁵ .	Falas transcritas	Descrição
1	Professor: Então, olha só. Vocês têm um sistema que está em [pausa] equilíbrio. Se você adicionar nitrogênio, nitrogênio aí vai ser o quê, o N ₂ ? Ele vai ser o que na nossa reação, reagente ou produto? Reagente. Se você adiciona reagente o que você espera que aconteça? Você está adicionando um reagente, tá?	O professor apresenta aos(as) estudantes uma nova etapa da aula: levantamento do conhecimento prévio dos(as) estudantes acerca dos Princípios de Le Châtelier, mais precisamente, da variação da concentração de um dos reagentes, em uma reação química que já se encontra em EQ. No caso, a reação de formação da amônia simulada pelo OA.

⁴⁵ Turno

2	Professor: Vai aumentar o quê?	Depois de alguns segundos, o professor se aproxima do estudante Leonardo no intuito de ouvir a resposta que ele tinha para a pergunta supracitada. O Estudante fala muito baixo. Devido a câmera estar fixada não foi possível filmar o estudante e devido ao barulho da conversa dos(as) demais estudantes interferiu na captação do áudio.
3	Leonardo: Amônia	Resposta do estudante à pergunta do professor.
4	Professor: Amônia, beleza! Só isso que vai acontecer?	O professor neste momento busca extrair do estudante outras informações que o mesmo poderia elencar acerca do processo.
5	Leonardo: Velocidade mais rápida	Tal resposta, possivelmente, é devido ao estudante já ter sido confrontado com as ideias prévias que possuía acerca da grandeza física temperatura.
6	Professor: Velocidade mais rápida? Tudo que vocês pensarem. Discute! Anota!	Neste momento, o professor fala para o grupo do estudante Leonardo escreverem todas as observações que fizeram acerca do que foi dito a turma para fazerem.
7	Professor: Então, você vai adicionar N ₂ . Tá? Na reação. Só espera um pouquinho.	Para a turma como um todo, o professor solicitou aos(as) estudantes que façam as devidas discussões antes de interagirem com o OA.
8	Professor: Pode clicar e arrastar para vocês adicionarem N ₂ .	O professor autoriza os(as) estudantes a adicionarem N ₂ na simulação. Para isso, os(as) estudantes precisam clicar com o mouse sobre o slider que fará a mudança na quantidade de esferas que representam tal substância na simulação.
9	Professor: Se você adiciona apenas um reagente, o quê que vai acontecer com a concentração do outro?	O professor iniciou uma discussão na tentativa de demonstrar aos(as) estudantes os princípios da reversibilidade e dinamicidade da reação química simulada pelo OA já em EQ.
10	Professor: Vai passar o tempo, tá! E os números debaixo aí do gráfico, vai acontecer o que com eles?	Aqui o professor retrata a respeito do gráfico que informa a respeito da concentração em função do tempo, o qual apresentamos na Figura 4 (pág. 72).
11	Leonardo: O tempo vai passar	O estudante havia entendido a pergunta como se fosse em relação ao eixo do tempo, que, na simulação, à medida que o tempo avançava os números deste eixo iam aumentando.
12	Professor: O tempo vai passar, o que vai acontecer com esses números com o tempo?	Os números que o professor se referia aqui são os das concentrações que na simulação ficam embaixo do gráfico como ilustra a Figura 4 (pág. 72).
13	Leonardo: Vai equilibrar	O intuito do estudante nesta fala indica que embora o tempo continue variando as concentrações das espécies químicas simuladas no OA não iriam mudar com o tempo. Ou seja,

		a reação química simulada entraria novamente em EQ.
14	Professor: Vai voltar ao equilíbrio. Perfeito! Só que olha agora as concentrações que você tem aí.	Esta fala do professor torna mais evidente a observação feita pelo estudante Leonardo ao dizer que a reação química simulada entraria novamente em EQ.
15	Professor: Ou seja, se você adiciona apenas um reagente, o quê que vai acontecer com a concentração do outro?	O professor volta sua atenção à Sarah, ouve o que ela diz e, logo em seguida, vira para turma e retoma a questão do que ocorreria na reação simulada caso houvesse adição de apenas um dos reagentes presentes.
16	Tânia: Vai diminuir.	Uma estudante, após interagir com o OA e observar, mais precisamente a parte em que informa o valor das concentrações, percebe que é inferior ao que se tinha anotado.
17	Professor: Vai diminuir. Você tá tendo consumo de um dos reagentes. Você adicionou apenas um, o outro já tinha na reação, tá? Por isso que é importante a gente entender o que que é um sistema em equilíbrio. Porque você não tem só produto! Você tem produto e reagente. Tá? E se você adiciona um reagente, o outro que tinha, a tendência dele é?	O professor aproveita a fala da estudante e fala para turma como é importante a compreensão a respeito do conceito de EQ, ou seja, que tanto produtos como reagentes estão presentes ainda na reação, no caso, da simulação de uma reação em EQ.
18	Estudantes: Diminuir	Diversos(as) estudantes responderam em uníssono.
19	Professor: Este produto, na hora que você adicionou!? Este reagente, desculpa. Você adiciona reagente, ele continua com esta quantidade que você adiciona?	Embora o professor esteja falando para que todos e todas estudantes ouçam, neste momento ele estava mais direcionado para a estudante Sarah.
20	Sarah: Não.	Resposta da estudante para a indagação do professor.
21	Professor: Não! Ele vai ser consumido e aí vai formar mais produto. O que que aconteceu com a concentração do NH_3 ?	Neste momento, o professor procura fazer com que os(as) estudantes estejam mais atentos(as) para com as informações que já dispunham e compara com a que obtiveram a partir da própria modificação na simulação por parte deles.
22	Tânia: Aumentou.	Resposta estudante à pergunta feita pelo professor.
23	Professor: Aumentou?	professor pergunta no intuito de confirmar a resposta e convicção da estudante quanto a afirmação que havia feito.
24	Tânia: Um pouquinho.	A resposta é em detrimento do fato da estudante, certamente, não estar acostumada a trabalhar com números tão pequenos como podemos observar na Figura 4 (pág. 72).

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Elencamos, primeiramente, o intervalo de turnos 8 ao 14, nos quais retratam acerca dos(as) estudantes observando a simulação da reação em equilíbrio e, após serem autorizados(as) pelo professor, modificaram o sistema aumentando a concentração de N_2 , vide Figura 5 (pág. 83). Feita a devida manipulação no sistema em EQ simulado perceberam que parte de suas previsões estavam corretas. Todavia, não esperavam que a concentração de H_2 diminuísse, o que abriu margem para a atuação do professor que no intervalo de turnos 15 ao 18 aproveita a oportunidade para reforçar a importância de melhor compreenderem a respeito do conceito de EQ. Tal evento vai ao encontro do que Junior e Cirino (2016, p. 106) relatam sobre ação do professor em consonância com as TIC que pode favorecer o surgimento de novos “significados em salas de aulas de Química”. E, novamente, temos um evento que coaduna com os apontamentos de Driver *et. al.* (1999) sobre a interação professor-estudante na construção de conhecimento em sala de aula.

Além disso, no turno 17, a fala do professor faz com que haja uma ressignificação do que os(as) estudantes entendiam acerca do conceito de EQ, pois ao dizer *Porque você não tem só produto! Você tem produto e reagente* demonstra a ideia de reversibilidade bem como a dinamicidade da reação química, um dos objetivos deste trabalho. Embora os termos reversibilidade e dinamicidade não tenham sido diretamente abordados durante as intervenções, o conceito foi abordado nas intervenções. E, deste modo, percebemos a potencialidade do uso de simulação no processo de ensino e aprendizagem, conforme apontado por Conceição *et. al.* (2017, p. 137), ao falar que tal recurso favorece a visualização e alusão intuitiva “dos conceitos básicos e abstratos de alta complexidade”.

Ademais, analisando o intervalo de turnos 9 ao 26, temos a evidência do que aponta Carobin e Andrade Neto (2003) ao dizerem que os(as) estudantes, ao visualizarem, simultaneamente, “o comportamento cinético molecular e a construção do gráfico” de concentração em função tempo, vide Figura 5, possivelmente, puderam compreender melhor acerca da “reversibilidade e o dinamismo de um estado de Equilíbrio Químico” (p. 2).

Portanto, seja para a Turma 1 quanto para a Turma 4, percebemos que o uso de simulação propiciou um momento de confrontações das concepções prévias de modo a, por uma parte, validar as devidas previsões e que, por outro, e com grande relevância, proporcionou, por meio da ação professoral, a ressignificação do conceito de reversibilidade e dinamicidade das reações químicas que estejam no estado de Equilíbrio Químico.

Passado, então, os Eventos D e E, é importante trazermos à tona o Episódio F, devido ao fato de que este episódio foi planejado com a finalidade de permitir aos(às) estudantes interagirem com o OA livremente, mas com o pressuposto de que precisariam desenvolver uma proposta, na qual obtivessem a maior produção de amônia possível. Nesta perspectiva, sigamos para o item seguinte.

5.6. Evento F: Desafio

Como já mencionamos na descrição da estrutura da aula bem como no parágrafo anterior, o Episódio F teve a finalidade de permitir aos(às) estudantes terem maior liberdade para interagirem com a simulação, porém, com um propósito, utilizarem o conhecimento prévio bem como tudo o que aprenderam nesta aula, além do fato de já estarem, de certo modo, familiarizados com o OA. Para este episódio escolhido, não apresentaremos as transcrições para a turma 4 devido ao fato do tempo de a intervenção ter terminado antes do professor ter retomado as discussões com a turma para fechamento deste processo. Além disso, o professor ficou dialogando com os(as) estudantes, ora em cada grupo, em tom de voz que não foi captado pela filmadora. Não obstante, as anotações feitas de todo os procedimentos da intervenção foram entregues ao término dessa. A propósito, são estas anotações que iremos relacionar como nossas unidades de codificação. Para a Turma 1, a seguir, apresentaremos as transcrições das falas deste episódio, cuja duração foi de doze minutos e trinta e sete segundos no Quadro 13, as folhas de registro com as devidas observações, nossas análises e devidas ponderações.

Quadro 13: Transcrições das falas no Episódio 10 da Turma 1.

T ⁴⁶ .	Falas transcritas	Descrição
1	Professor: Olha só! Vocês estão vendo que tem uma quantidade de amônia. Certo? Na equação química vocês têm algumas informações que vocês anotaram no começo. Vocês têm um desafio. Vocês têm que, no sistema que vocês estão vendo aí. Algo que vocês não vão mexer é no volume. Tá! Nos demais, quantidade de reagente, quantidade de produto e temperatura vocês vão modificar isso de tal modo a ter a maior produção de amônia. Discute entre o grupo antes de fazer. Tá! Anotem o que vocês observam, anota o que vocês estão pensando. Tá!	Neste momento, o professor inicia a etapa final da estratégia de ensino, explicitando aos(às) estudantes que poderiam ter maior liberdade para manipularem a simulação, porém, que fizessem com o objetivo de formarem mais amônia a partir do que já constava até aquele momento. Além disso, reforça o pedido aos(às) estudantes para anotarem todas as observações feitas e as devidas conclusões que chegassem após a interação.

⁴⁶ Turno

	<p>Mas a ideia é essa. Coloca na folhinha assim, desafio, tá! E as observações que vocês vão fazer. Entenderam o que que é a ideia? Vocês têm uma reação química acontecendo, como as concentrações não mudam vocês não estão tendo mais produção do que aquilo ali de amônia. A ideia é produzir o máximo de amônia possível e ter o mínimo de reagente sobrando. Tá! Então o que que é a ideia. Visualmente, a faixa verde, ela tem que ficar acima da faixa azul e da faixa vermelha. Vocês têm que propor, tá, uma ideia de modificar o sistema sem mexer no volume. No reator, ninguém vai mexer no volume de um reator. Mas vocês podem fazer alguma coisa que aumente a quantidade de amônia. Ou seja, a bolinha verde que representa ela. Tá! Agora é com vocês.</p>	
2	Professor: Você está perdendo produto e restituindo reagente.	Fala do professor para um grupo de estudantes que realizavam a atividade.
3	Professor: E aí, o que você percebe quando você diminui a temperatura?	Fala do professor a outro de estudantes após apresentarem uma proposta para a atividade que estava realizando.
4	Estudante Marcelo: Que aumentou o número de NH_3 .	Resposta do estudante após pergunta feita pelo professor.
5	Professor: Era uma coisa que você esperava acontecer?	O professor buscou averiguar se a observação do estudante era algo que fazia parte das previsões do estudante ou do grupo.
6	Professor: Por que você conseguiu este resultado?	Indagação do professor ao estudante Marcelo.
7	Professor: Agora volta lá na reação química. No roteiro. Olha só!	O professor orienta o estudante Marcelo a retornar ao conteúdo instrucional em que consta a representação da reação química da amônia e o valor de ΔH referente a reação no sentido de produção da amônia.
8	Estudante Marcelo: AH! É exotérmica.	Resposta do estudante após observar a representação da reação química de produção da amônia.
9	Professor: Percebe agora se aumenta a temperatura, você não favorece.	Momento que o professor interage com o estudante no intuito de propiciar a construção do conhecimento a partir da observação feita pelo estudante.
10	Estudante Marcelo: Entendi, entendi.	O estudante confirma que compreendera o sobre o que o professor acabara de lhe explicitar.
11	Professor: Por isso que a primeira coisa que pedi foi analisar a reação simulada. A	Professor retoma momento um episódio da aula em que havia solicitado aos(as)

	equação química ela tem muita informação.	estudantes que observassem e analisassem a representação da reação química que estava sendo simulada.
12	Professor: Pessoal! Então, por gentileza, entreguem, aí, as anotações que vocês fizeram.	Professor solicita aos(as) estudantes que entregassem as folhas de registro devido o sinal de término da intervenção ter sido emitido.
13	Professor: E aí, conseguiram?	Professor se direciona para outro grupo de estudantes e os indaga a respeito dos resultados obtidos em relação a atividade proposta.
14	Professor: Perfeito!	Comentário feito após ouvir a fala dos estudantes e ver as devidas anotações, como também o que apontavam na simulação.
15	Professor: E por que que abaixando a temperatura favoreceu a reação?	Questiona os estudantes porque à medida que realizaram fez com que chegassem no devido resultado.
16	Professor: Não!? Volta lá no roteiro fazendo um favor.	Os(As) estudantes não souberam responder o professor. Então, o professor orienta que os(as) estudantes vissem, novamente, a representação da reação química contida no conteúdo instrucional.
17	Professor: Olha o ΔH da reação. Ele é? Negativo. Ou seja, é uma reação química que libera calor, se você aumenta a temperatura, vocês aumentam temperatura como? Fornecendo calor. Ou seja, você está fornecendo aquilo que ela está? Perdendo. Ou seja, se você retira calor, você favorece o processo exotérmico.	O professor aproveita o momento para orientar os estudantes sobre os detalhes presentes na representação da reação química, algo que o professor tinha solicitado em etapa, relativamente, inicial da aula.
18	Professor: Beleza? Show de bola!	O professor indaga os estudantes se entenderam e os parabeniza pelo trabalho feito.

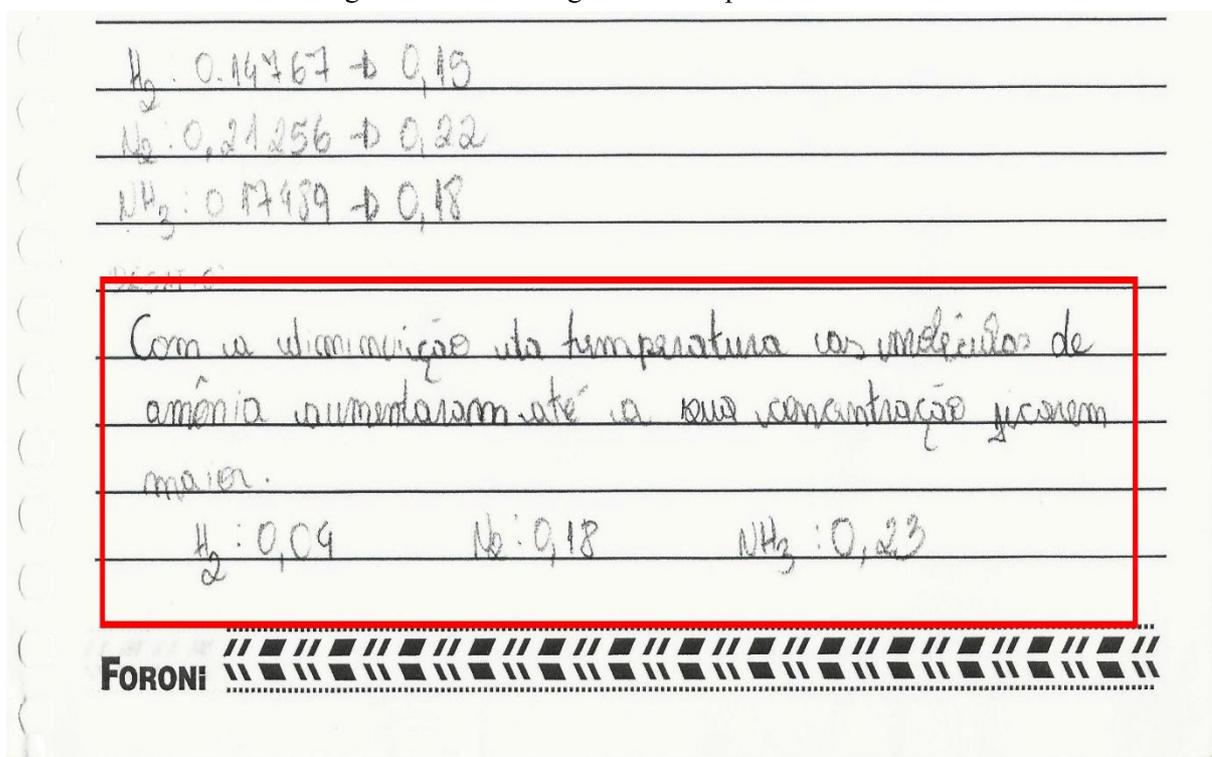
Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Ao analisarmos as falas transcritas no intervalo de turnos 3 ao 11, temos outro momento da intervenção em que o professor conduz o estudante a refletir sobre o que fizera e visto que o mesmo, bem como o grupo, não conseguira expressar o porquê de terem chegado nos devidos resultados. Então, o professor dialoga com este grupo de estudantes de modo a direcionar o caminho que deveriam ter trilhado para explicar os devidos resultados. E tal movimento feito pelo professor é importante pois vai ao encontro do que Driver *et. al.* (1999) pontua a respeito de que “os objetos da ciência não são os fenômenos da natureza, mas as construções desenvolvidas pela comunidade científica para interpretar a natureza” (p. 32). E, a partir

disso, reiteramos o papel fundamental do(a) professor(a) no processo de construção do conhecimento (OLIVEIRA *et. al.*, 2015; CARNEIRO; PASSOS, 2014; NASCIMENTO; SILVA, 2018; TORRES *et. al.*, 2017; PAULA; SUANNO, 2019; DRIVER *et. al.*, 1999). Ao analisarmos o intervalo de turnos do 13 ao 18, percebemos que podemos chegar a mesma conclusão feita ao grupo anterior.

Partamos agora para as análises dos registros feitos pelos(as) estudantes da Turma 1, nos quais destacaremos as anotações feitas para esta etapa da intervenção.

Figura 6: Folha de registro do Grupo 1 da turma 1



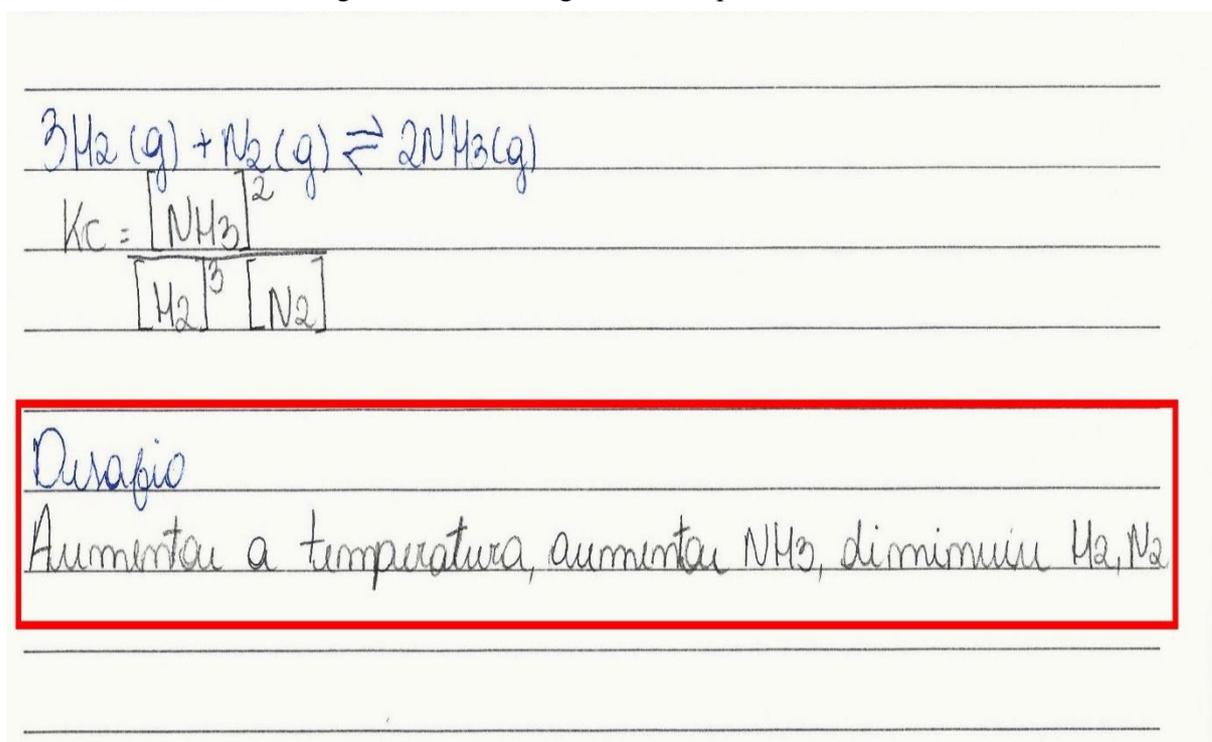
Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Ao analisarmos a resposta dada pelo Grupo 1 da Turma 1 – G1T1 – em destaque na Figura 1, ao escreverem *Com a diminuição da temperatura as moléculas de amônia aumentaram até a sua concentração ficarem maior*, percebemos que os(as) estudantes chegaram a um resultado satisfatório quando comparamos com a Figura 4 (pág. 71), onde temos os valores das concentrações dos reagentes e produtos da reação química simulada, a saber [H₂] = 0,1092, [N₂] = 0,03307 e [NH₃] = 0,04387 enquanto que nas anotações do G1T1 são [H₂] = 0,04, [N₂] = 0,18 e [NH₃] = 0,23. Percebemos, então, que a diferença entre as concentrações é expressiva e a explicação dos estudantes, de certo modo, coerente, pois, se atentarmos a como está na simulação, o campo em onde os(as) estudantes podem variar as concentrações das espécies químicas que estão sendo simuladas está escrito *Molecules*. Ademais, evidencia o que

Carvalho *et. al.* (2019) fala a respeito dos Objetos de Aprendizagem quanto ao uso desses propiciarem um “ensino mais independente, interativo, dinâmico e personalizado” (p. 266). Embora os(as) estudantes tivessem tido pouco tempo para aprenderem as devidas funcionalidades da simulação, feito as atividades ao decorrer da intervenção e, ao afinal, apresentado um resultado satisfatório, mostra as devidas potencialidades deste recurso quando bem empregado pelo(a) professor(a) em sala de aula.

Todavia, houveram estudantes que não tiveram conclusões coerentes com o que foi abordado durante a intervenção. Um exemplo disso vemos no destaque da Figura 7, em que a proposição deste grupo, Grupo 2 da Tuma 1 – G2T1 –, escreveram que ao aumentarem a temperatura acarretou no aumento da concentração de NH_3 e, por consequência, a diminuição do H_2 e do N_2 . De modo a demonstrar que a proposição deste grupo está incorreta, vejamos, novamente, a Figura 4 (pag. 71).

Figura 7: Folha de registro do Grupo 2 da Turma 1.



Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Esta proposição do G2T1 evidencia a fragilidade que já mencionamos acerca da questão do tempo que dispúnhamos para ministrar a intervenção. Assim, não tivemos a oportunidade de confrontar os(as) estudantes deste grupo quanto a concepção que destacamos na Figura 7. Inclusive, podendo até ter gerado uma concepção alternativa e, segundo Andrade *et. al.* (2002), podendo gerar “uma barreira, impedindo o pensamento abstrato, necessário para seguir a via psicológica normal do pensamento científico” (p.184).

Iremos, agora, fazer o mesmo movimento de análise das respostas que os(as) estudantes propuseram na folha de registro de cada grupo para a Turma 4. Todavia, apresentaremos apenas a fala do professor cujo intuito foi de orientar os(as) estudantes sobre como deveriam proceder em relação ao desafio proposto. A seguir, a fala do professor:

Professor: Pessoal, eu tenho um desafio para vocês. A ideia é a seguinte. Vocês têm uma reação química acontecendo, vocês estão numa indústria, e, indústria quer rendimento. A ideia é vocês, com o sistema que vocês têm aí, propor uma estratégia para ter a maior quantidade de amônia possível. Tá! Então, antes de vocês mexerem. Volume não mexe! Volume vocês têm que manter constante. O reator, não tem como mexer no reator. O reator ele tem volume fixo. Então vocês têm Hidrogênio e Nitrogênio, no roteiro vocês tem a equação química e aí vocês têm que propor uma estratégia para melhor rendimento da sua reação. Tudo que vocês observarem, tudo que vocês proporem, façam essas anotações. Então, façam o seguinte. Escreve: desafio. Escreve na folhinha: Desafio. E tudo que vocês proporem, vocês anotam no desafio. E aí, vocês estão livres. A única coisa que vocês não vão mexer é no volume, o resto vocês podem mexer à vontade.

A respeito da proposta em destaque do Grupo 2 da Turma 4 – G2T4 –, Figura 8, podemos perceber, o grupo G2T4 aumentou a quantidade de Hidrogênio o máximo que a simulação permite [30] no processo, respeitando a estequiometria da representação da reação química, anotaram que havia 10 de Nitrogênio e partiram da premissa de que não havia NH_3 na simulação, o que podemos inferir que compreenderam a respeito de aumentar a quantidade de reagentes favorecendo a formação de mais produtos. Além disso, diminuem o valor da temperatura, saindo do padrão da simulação de 400 para 300 o que também favorece a maior produção de amônia, uma vez que, tal reação é exotérmica. Em seguida, apresentam, pela indicação da seta, que ao iniciarem a simulação tiveram os devidos valores para cada uma das representações de cada substância presentes na simulação.

A partir destes resultados, percebemos a importância de trazer o(a) estudante para um papel mais ativo na construção do próprio conhecimento. Salientamos que este resultado pode ser fruto da interação dos(as) estudantes com o OA, concomitantemente, com a discussão em grupo acerca das observações que fizeram em atividades iniciais desta intervenção. E isso vai ao encontro do que Nascimento (2013) aponta quando retrata em relação aos recursos tecnológicos sendo, devidamente, apropriado pelo professor em suas *práxis*. Diante dos novos recursos tecnológicos, cabe aos(as) professores(as) desenvolverem novas situações de aprendizagem, onde os(as) estudantes se tornem críticos e atuantes, capazes de refletir, organizar, analisar e elaborar seu conhecimento. Nesse contexto, a tecnologia deve facilitar a

interação dos(as) estudantes nas atividades de Ensino da Química. Softwares educacionais, simuladores, experimentos virtuais, jogos, objetos de aprendizagem e a internet devem atuar como instrumentos de produção de conhecimento. (NASCIMENTO, 2013, p. 8).

A seguir, a Figura 8.

Figura 8: Folha de registro do Grupo 2 da Turma 4.

Aumenta a agitação das moléculas, conseqüentemente, acelera a ~~temp~~ velocidade
 Diminui o volume aumenta a pressão

1) é gasosa, e está em equilíbrio dinâmico, é exotérmica e libera calor

$H_2 \rightarrow 30$	Temp: 300°	8 $\leftarrow H_2 \rightarrow 0,10848$
$N_2 \rightarrow 10$	Vol: 100	3 $\leftarrow N_2 \rightarrow 0,02949$
$NH_3 \rightarrow 0$		4 $\leftarrow NH_3 \rightarrow 0,04102$
TRANSFORMAÇÃO		
$H_2 \rightarrow 3$	Temp: 300°	8 $\leftarrow H_2 \rightarrow 0,07999$
$N_2 \rightarrow 1$	Vol: 100	11 $\leftarrow N_2 \rightarrow 0,10997$
$NH_3 \rightarrow 38$		6 $\leftarrow NH_3 \rightarrow 0,05007$

The Simpsons TM & © 2018 Fox

Fonte: Dados da Pesquisa (2019).

Na próxima seção, abordaremos sobre a entrevista que fizemos com a professora Beatrice após a participação dela na intervenção planejada e ministrada pelo professor a fim de saber quais concepções a professora possui acerca de todo o processo, como também as devidas ponderações, críticas, depoimento, reflexões e algo que deseje explicitar sobre o que vivenciara.

6. REFLEXÕES DE UMA DOCENTE APÓS PRESENCIAR O USO DAS TIC COMO ESTRATÉGIA DE ENSINO

Iremos, agora, explicitar sobre a última etapa desta pesquisa na qual buscamos ter um momento final com a professora no intuito de sabermos a respeito das concepções dela sobre a participação inicial, do que a estratégia de ensino pode lhe proporcionar em termos de reflexão

e se, porventura, retoma o conceito de Equilíbrio Químico com os(as) estudantes, como também, e, ao nosso ver, de grande importância, se após todo este processo começou a se apropriar do uso de TIC no processo de ensino e aprendizagem de outros conceitos e conteúdos e, se possível quais resultados obteve. Novamente, para melhor comodidade da professora, deixamos em aberto local e data para realização da entrevista. Para melhor alusão aos dados, iremos fragmentar as falas da professora e fazer as devidas ponderações respaldando-as com a literatura.

Iniciamos a entrevista com a seguinte pergunta: *Qual sua opinião a respeito do uso de TIC em sua sala de aula?*

A professora, então, responde:

Então, eu, assim, eu gosto muito. Eu acho que é muito válido, muito importante. Eu acho que, ainda mais hoje, é muito válido. Mas ali você viu a dificuldade. Então, assim, eu acho que é um pouco remar contra a maré, do jeito como estamos.

Embora a professora simpatiza-se pelo uso das TIC, questiona as condições de trabalho. Não somente da questão física, mas também no que tange a baixa participação dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem. E acreditamos que tal fato possa estar ligado ao que Borges (2018) aponta sobre os(as) estudantes serem “vítimas de um processo formal e tradicional de ensino, no qual o professor apresenta o conteúdo, dá exercícios e aplica provas para medir o quanto se aprendeu nesse processo desmotivador de aprendizagem” (p. 10).

A professora continua da seguinte forma:

Aí vem a BNCC⁴⁷. Fala o que a gente tem que fazer. Mas como? Você viu a dificuldade que é só duas aulas por semana. Uma aula de cinquenta minutos. quinze minutos é para você montar a turma. A gente não tem nem internet [sala de aula]. Depois, você tem que ter mais cinco minutos para desmontar dos cinquenta. A gente já perdeu aí vinte minutos.

Sentimos que, neste momento, a professora faz um desabafo, pois cita a BNCC e indaga como fará para abarcar as exigências da mesma frisando a falta de infraestrutura e sem acesso à internet em sala de aula. E isso coaduna com o que Dellagnelo (2017) aponta sobre a falta de infraestrutura nas Escolas que dificulta a inserção das TIC por parte do(a) professor(a). Porém, diverge do que Júnior e Cirino (2016) apontam quanto à questão do ProInfo. Segundo os autores, a criação do programa visa fomentar subsídios para a formação de espaços na Escola onde se

privilegie as interações sociais, integrando os demais espaços de conhecimento, como os espaços virtuais e os informais. Isso pode ser

⁴⁷ Base Nacional Comum Curricular

realizado por meio da incorporação dos recursos tecnológicos e a comunicação via internet, construindo pontes entre os conhecimentos e modificando a forma de ensinar (p. 105).

Em seguida, a professora enfatiza a questão da falta da internet ao dizer:

E não tem a internet.

E faz sentido a professora enfatizar o uso da internet. Ao participar da estratégia de ensino em que o professor realizara utilizando a simulação, para o acesso dessa foi necessário o uso de internet com boa conexão, como a mesma pode perceber. Ademais, a questão do uso de vídeos em sala de aula, feito pela mesma, para introduzir o conceito de Equilíbrio Químico aos(as) seus(suas) estudantes. Além disso, a professora também permite que os(as) estudantes utilizem o smartphone para pesquisas. Não obstante, e, reiterando, o que Borges (2018) aponta, Júnior e Cirino (2016) vem nos dizer que

as tecnologias de banda larga encorajam o desenvolvimento de novas aplicações multimídias para visualização e simulação dos fenômenos, mas por outro ainda são utilizadas as práticas tradicionais no ensino de Ciências, ou seja, as tecnologias já foram implantadas, mas não são utilizadas de forma apropriada e otimizada na comunidade escolar (p. 105).

Continuando, a professora relata algo de grande relevância e que aponta uma potencialidade percebida tanto da entrevista primeva, em que o pesquisador, em determinado momento dessa, instrui a professora a como fazer buscas para obtenção de Objetos de Aprendizagem na internet, quanto da estratégia de ensino a qual participou. A professora fala o seguinte:

Depois daquilo tudo, eu andei olhando. Tem muita coisa! Eletroquímica, eu estava olhando. Os meninos verem o elétron, aquela coisa da oxidação, libera o elétron. É tudo! O que que eu faço? Eu mando vídeo [por meio de grupos de WhatsApp com os(as) estudantes]. Agora, com o PIBID⁴⁸, eu descobri o Google sala de aula. A gente está usando o Google sala de aula. Mas uma coisa é os meninos verem em casa, outra coisa é verem comigo. Aí eu descobri um cara que tem animações, mas é paga. É muito legal a animação. Cada vídeo é quarenta e cinco reais. É um vídeo para pilha, um vídeo para eletrólise, um vídeo para isomeria. Cada um quarenta e cinco reais. Eu preciso da internet. E a gente não tem internet. A gente não tem computador [na sala de aula], tem que levar o meu computador. Eu vou a pé para Escola. Então tem que levar o peso do computador. Não tem internet.

Primeiramente, ressaltaremos no que diz respeito ao nosso planejamento inicial quanto a formação. Embora saibamos que o processo não se configura como um curso de formação, percebemos que a professora se apropriou de uma informação adquirida na entrevista de modo

⁴⁸ Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

a orientar sua busca. E é neste sentido que aludimos ao apontamento feito por Hack e Negri (2010) no que tange a necessidade dos(as) professores(as) “de ajuda para entender e colocar em prática essas novas posturas. [Ou seja,] para realizar as transformações esperadas é preciso que o professor saiba lidar criticamente com as TIC e utilize-as pedagogicamente” (p. 91-92). Quanto a parte da professora ter acompanhado a estratégia de ensino elaborada e ministrada pelo professor, alude-se ao que Loureiro *et. al.* (2019) relata sobre “a necessidade das tecnologias estarem inseridas nos processos educativos como um recurso que potencialize a ação humana transformadora para um pensar crítico, reflexivo, criativo e inovador de educadores e educandos” (p. 468). Assim, partindo desta ideia, acreditamos que foi por meio da observação da prática de outro docente que a professora esboça um processo reflexivo sobre a própria prática e incorpora o conhecimento adquirido para buscar melhorar a própria *práxis* e, desse modo, agregar as TIC em sua sala de aula. Portanto, coadunando com o que Júnior e Cirino (2016) pontuam:

fazem-se necessárias algumas mudanças na postura profissional do docente, de abdicar dos modelos tradicionais de ensino, baseados numa perspectiva que se apoia principalmente na transmissão e recepção de conteúdos, a buscar novos desafios com a meta específica de modificar suas funções no âmbito do processo de articulação de saberes e da ampliação dos horizontes conceituais dos aprendizes (p. 104).

Analisando a questão da interação da professora com as Bolsistas⁴⁹ do PIBID quanto ao uso de um novo recurso oriundo das TIC, Carneiro e Passos (2014) nos diz que

essas formas de utilização do computador podem ser focadas pelo professor sendo que cada uma delas tem seu limite e sua potencialidade, sendo essencial que o docente tenha claro seu objetivo, tenha conhecimentos técnicos profundos do software utilizado, conheça seus limites e potencialidades, planeje com muito cuidado as atividades a serem desenvolvidas, tente prever algumas dificuldades dos alunos e tenha compreensão das possibilidades de abordar aquele conteúdo (p. 106).

Além disso, menciona a respeito das animações. Um recurso tecnológico semelhante a simulação, obstando apenas no tocante à interação mais direta, gerando mudanças em grandezas e situações reacionais como apontamos em diversos momentos ao longo deste trabalho. Ademais, também são recursos interessantes para demonstrar fenômenos abstratos e complexos como apontam Conceição *et. al.* (2017).

A professora prosseguiu enfatizando as problemáticas de se trabalhar com TIC sem a devida infraestrutura. Logo, é importante citarmos aqui Mendes e Júnior (2019), porque, segundo autora e autor, se de um lado há toda a questão da falta de infraestrutura, “por outro lado, as práticas pedagógicas têm sido auxiliadas pelo avanço tecnológico, propiciando maior

⁴⁹ A professora Beatrice é professora-supervisora do subprojeto PIBID da Química/UFJF.

poder de troca de informações e experiências que podem ser adotadas ainda em espaços pouco estruturados” (s/n). E, para tanto, podemos citar o uso de smartphones ou tablets. Dispositivos eletrônicos que, segundo Mateus e Dias (2015) nos proporcionam “um amplo leque de possibilidades para o ensino em geral e de ciências em particular” (p. 96). Os autores ainda complementam dizendo a respeito da gama de possibilidades com se pode trabalhar com estes recursos. Além disso, enfatizam a respeito de que diversas pessoas já possuem o aparelho, inclusive, estudantes. Estudantes esses que podem ser ensinados a extrair mais de seus aparelhos, ou seja, ir além das funções básicas de um telefone, uma vez que, possuem recurso de fotografia e filmagem com áudio, bem como o imprescindível acesso à internet via Wi-Fi ou dados móveis adquiridos através de planos de telefonia. Um outro ponto importante que Mateus e Dias apontam é o fato de que se trata de um investimento zero para escola, uma vez que os aparelhos não precisam ser adquiridos pela instituição de ensino já que pertencem aos(as) estudantes. Porém, devem oferecer acesso banda larga a internet.

Vamos agora discorrer sobre a segunda pergunta feita: *Notou alguma mudança na postura dos(as) estudantes quanto a aplicação de vídeos⁵⁰ para demonstração do conceito de equilíbrio químico?*

A professora Beatrice começa retratando a respeito de que houve divergência entre as turmas quanto opinião dos(as) estudantes em relação ao uso de vídeos para lecionar o conceito de EQ. A professora diz o seguinte:

Então, foi muito interessante, porque teve uma turma que não gostou.

Complementa reproduzindo a fala de algum(a) estudante:

“Ah professora eu não entendi nada”

Em seguida, expõe uma reflexão importante:

Acho que os meninos têm que ser reeducados para isso.

Este pensamento da professora é bastante pertinente para a mudança na postura professoral que dos(as) profissionais da educação que visem incorporar as TIC na sala de aula como parcerias do processo de ensino e aprendizagem. E esta concepção harmoniza-se com o que Torres *et. al.* (2017) apontam para o fato de as TIC propiciarem “uma construção social do conhecimento. Assim, o uso das TIC deve possibilitar a formação de um aluno crítico e reflexivo” (p. 126).

A professora prosseguiu da seguinte forma:

⁵⁰ Aula oferecida pela professora Beatrice para introduzir o conceito de Equilíbrio Químico em sala de aula.

Então, nas melhores turmas, nas turmas que temos alunos mais interessados, rendeu melhor. Tanto que as meninas falavam, meninos e meninas, alunos de modo geral. “Oh, professora, o ‘carinha’ não vai voltar mais, não?”. Vários perguntavam pelo carinha. Até hoje ainda perguntam. “Cadê o ‘carinha’? O ‘carinha’ não vai voltar?”. “Aquele ‘videozinho maneirinho’?”. Eu continuo mandando links. Eu aprendi agora a achar animação na internet.

Nesta fala da professora, percebemos mais uma potencialidade da estratégia de ensino ministrada pelo professor, quando fala acerca dos(as) estudantes relatarem o interesse na volta do professor, além da questão de, certamente, usarem de nova a sala de informática para interagirem com a simulação, sendo chamada por eles de *videozinho maneirinho*. Isso demonstra que os(as) estudantes sentiram-se estimulados(as) a terem novas aulas com este tipo de estratégia de ensino (CARVALHO *et. al.*, 2019; SAMPAIO; ALMEIDA, 2010). E, novamente, aponta para a questão que aludimos sobre o ganho de conhecimento acerca de como fazer busca por OA na internet que apresentamos na entrevista. Assim, mostrando mais uma potencialidade da forma como conduzimos esta pesquisa.

Voltando a apresentar as falas da professora, a mesma relata o motivo da dificuldade de apropriar-se de tais recursos:

Que é uma coisa que, assim, a gente não tem essa formação na universidade. Bom! Quando eu formei não existia. Eu acho que agora pode ser um pouco mais. As que tem, tem um pouco mais.

Sabemos que a questão da formação é bastante importante para a construção da própria prática docente e Borges (2018) aponta diversos trabalhos neste sentido quanto a incorporação das TIC durante este processo. Ou seja, da relevância de se agregar as TIC durante a formação acadêmico-profissional quanto na formação continuada, de modo a mostrar como tais recursos podem ser incorporadas durante o processo de ensino e aprendizagem. A autora ainda ressalta que

é importante entender que cada tecnologia apresenta características próprias, vantagens e desvantagens e que essas características devem ser mencionadas e discutidas de modo que as tecnologias possam ser usadas como recursos potencializadores da aprendizagem. (BORGES, 2018, p. 3-4).

Em seguida, após a fala da professora, o pesquisador, então, faz o seguinte comentário:

Formei não tem muito tempo. Eu também não tive um engajamento de uma disciplina em que a gente tivesse instrução para usar tecnologia. Pode ser que surgisse na Experimentação do Ensino de Química⁵¹. A gente que tem um veio um pouquinho dentro da

⁵¹ Disciplina da graduação em Licenciatura em Química da Universidade Federal de Viçosa

área tecnológica, que é o meu caso, por exemplo, de procurar alguma coisa correlacionada. Mas ter disciplina, alguma coisa que fale a respeito, não.

A professora prosseguiu dizendo:

Porque também não é fácil! Você chegar aí com o negócio. Quando eu fiz o projeto com uma Professora do Departamento de Química da UFJF, se eu não tivesse o apoio da bolsista do PIBID, eu não conseguiria fazer. Porque dá trabalho! Mas é muito legal. Os meninos gostam. “Vai ter mais trabalho de celular”. Eles gostam.

Esta fala da professora evidencia o que Júnior (2018) retrata sobre a formação continuada de curta duração. Segundo o autor, “a oferta de cursos de curta duração pelas universidades, como meio de intervenção na prática pedagógica, tem contribuído pouco para uma mudança no contexto da prática docente” (p. 192). E complementa dizendo a respeito do “tempo” que cada professor(a) demanda para conhecer, compreender e agregar alguma nova forma de lecionar ou mesmo de recursos que possam ser incrementados na prática docente, além de ressaltar a respeito do “estado letárgico” em que alguns(mas) profissionais se encontram. Portanto, podemos elencar mais esta potencialidade da forma como a qual conduzimos estas etapas da pesquisa, uma vez que, após a professora Beatrice ter participado de todo este processo, teve seus momentos de reflexão acerca da própria prática e começa a aplicar o a nova estratégia de ensino em sua sala de aula (JÚNIOR, 2018).

Continuando com as análises, apresentamos a próxima pergunta feita à professora no intuito de saber a opinião dela quanto a forma que foi planejada e ministrada a estratégia de ensino adotada pelo professor. E tal questionamento é importante porque, é neste sentido que

procura-se conhecer as perspectivas que os educadores têm no processo complexo de construção de si com a consciência de entender ou não o uso dos recursos das tecnologias em sua prática por meio da informática e outros segmentos integrados ao cotidiano escolar. (JÚNIOR, 2018, p. 195).

Para isso, indagamos da seguinte forma: *Se fosse você quem a lecionasse teria mudado algo? Chegou a pensar nisso durante a aula?*

A resposta da professora Beatrice foi a seguinte:

Eu não teria mudado nada, porque eu não sabia mexer com aquilo [simulação]. Essa é a questão quando você me perguntou. Porque, para eu lecionar a aula, eu teria que conhecer também o aplicativo, o tanto quanto você. Porque, se não, talvez, a aula não teria sido tão boa quanto foi com você. Porque eu não dominava aquilo ali muito bem. Não sabia todos os recursos. Então, eu acho que isso foi o motivo que eu não quis. Então, assim, eu ia ter que estudar aquilo ali. Eu ia ter que treinar. Eu ia ter que ver, conhecer.

Na fala professora, *porque eu não sabia mexer com aquilo*, percebemos uma fragilidade do processo, da questão da necessidade de outros encontros para frisar os detalhes da simulação e como a professora poderia agregar tal recurso à *práxis* dela. Não obstante, salientamos que havíamos nos colocado à disposição a fim de auxiliá-la tanto na elaboração da estratégia de ensino quanto na aplicação dessa no laboratório de informática da Escola onde a professora leciona. Por outro lado, traz uma potencialidade ao dizer, *a aula não teria sido tão boa quanto foi com você*. Logo, traz à tona um dado importante que é a aprovação da forma como foi conduzida a estratégia de ensino realizada e planejada pelo professor. E isso coaduna com o que Borges (2018) aponta. Segundo a autora,

a prática pedagógica relaciona-se com domínio de conteúdo, aquisição de habilidades e busca de estratégias que viabilizem a aprendizagem em cada situação de ensino, além de ser fator fundamental ao processo de ensino e aprendizagem (p. 5).

A professora prosseguiu a fala repetindo acerca do que já mencionamos a respeito quanto a começar a buscar por OA na internet. Assim, partamos para análise da próxima indagação a qual é relacionada aos(às) estudantes, comentários, opiniões sobre a intervenção e mudança no rendimento acadêmico. Nesse sentido, perguntamos: *Os estudantes deram-lhe algum retorno, depoimento, fizeram algum comentário acerca da aula que tiveram? E quanto ao desempenho acadêmico após a aula envolvendo a simulação houve progresso? Sentiram-se estimulados a querer saber mais a respeito?*

A professora respondeu da seguinte forma:

Então, eu até te mandei. E eles falam: “É o carinha⁵²”. “O carinha não vem mais”. O carinha, por enquanto, não vem mais, não. E ainda teve uma menina, que ela tem muita dificuldade. Ela falou comigo assim: “Nossa, professora! Aqueles videozinhos me ajudaram muito. Entendi tudo daquilo”. Ai, ela disse: “De vez em quando eu vou lá e vejo eles tudo de novo”. É o que te falei, para alguns não fez a menor diferença. Para quem está ali envolvido com conhecimento e com aprendizagem, fez bastante. E, assim, alguns falaram: “AH! Lembram lá do laboratório. Lembram lá do carinha!” Que aí, eles voltavam lá, se remetiam aquele momento. E para fazer a prova de recuperação, que todo mundo faz, porque é recuperação e a gente já avalia para o outro bimestre. Eu dei uma prova com 15 perguntas e 20 respostas e as respostas foram enumeradas em ordem alfabética. Eles tinham que pegar, das 20 respostas, só 15 cabiam ali. E não podia repetir. Então você vê que eles ficavam ali: “Não! Lembra lá que se você aumentasse o nitrogênio desloca para esquerda, desloca para

⁵² O carinha que a professora se refere é o professor.

direita, negócio do deslocamento”. Você via que muitos remetiam aquele momento. Foi bem bacana.

Ao analisarmos a fala da professora, percebemos que os(as) estudantes deram um retorno positivo, seja de momentos anteriores a estratégia de ensino, quando Beatrice cita a fala de uma estudante: *“Nossa, professora! Aqueles videozinhos me ajudaram muito. Entendi tudo daquilo. De vez em quando eu vou lá e vejo eles tudo de novo”*, seja da própria estratégia quanto cita outra fala de outro estudante: *“AH! Lembram lá do laboratório. Lembram lá do carinho!”*. E, assim, elencamos mais uma potencialidade de utilizar as TIC como estratégia de ensino para o conceito de EQ e, também, para propiciar momentos de reflexão sobre a própria prática realizada pela professora Beatrice, que, inclusive, em diversos momentos, aponta que passará a utilizar tal recurso em suas aulas.

Então, constatamos que o envolvimento da professora nesta pesquisa pode lhe gerar momentos de reflexão sobre a própria prática, apropriação de conhecimentos adquiridos para busca de recursos oriundos das TIC na internet e que a estratégia de ensino estimulou os(as) estudantes a serem mais participativos(as), além de auxiliá-los(as) em processos avaliativos.

Assim, iremos, na próxima seção, fazermos nossas considerações finais no que diz respeito a todo este viés metodológico que trilhamos, bem como as análises dos dados obtidos por meio da realização de cada etapa prevista elencando as devidas potencialidades e fragilidades do uso de simulação no processo de ensino e aprendizagem do conceito de Equilíbrio Químico.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Chegamos, então, no momento final desta pesquisa, as conclusões que chegamos a partir da análise dos dados coletados, nossas interpretações e a devida triangulação dos dados. Todo este processo feito com intuito de elencarmos as potencialidades e fragilidades de se utilizar TIC, mais precisamente, uma simulação, como Objeto de Aprendizagem para ensinar o conceito de Equilíbrio Químico. Então, de modo ordenado, apresentaremos nossas devidas conclusões, a começar, pelo processo de seleção do(a) professor(a) que lecionaria uma aula com o devido recurso para fazermos nossas análises sobre a escolha deste(a) profissional da Educação de como utilizar tal recurso de acordo com a própria *práxis*, realidade escolar em que trabalha, como, também, levando em consideração as características dos(as) estudantes a quem leciona. Partamos, então, para nossas conclusões desta etapa da pesquisa.

Apesar de todo esforço feito, o nível de interesse dos(as) professoras, pelo menos do Município de Juiz de Fora, foi baixo em compor o elenco desta pesquisa.

Abordando agora sobre o encontro como sendo um contato inicial, notamos também uma possível fragilidade. A só aceitar continuar participando da pesquisa se a aula fosse da forma como já se sentia seguro. Assim, elencando aqui mais uma fragilidade dos entornos da pesquisa. Seguindo de mais alguns momentos conflitantes, desistência da professora em lecionar a aula com o Objeto de Aprendizagem e, desse modo, solicitando ao pesquisador que a ministrasse. No intento de averiguar as potencialidades das TIC, o pesquisador assumiu o papel, temporário, de docente e ministra as intervenções. Intervenções essas que aludiremos a partir do próximo parágrafo.

Chegamos, então, ao tão esperado momento desta pesquisa, é o que concluímos a respeito dos resultados que apontamos. Ao longo da discussão dos dados que elencamos e feito as triangulações para estes dados com literatura e nossa interpretação, concluímos que o uso de simulação como Objeto de Aprendizagem possuir diversas potencialidades, como algumas fragilidades. Explicitemos, primeiro, a respeito das fragilidades.

A simulação que foi escolhida para a intervenção já tinha suas limitações como a representação das espécies químicas envolvidas na reação em forma de esferas ignorando a questão de número de átomos envolvidos na reação simulada. Além disso, quando ligada, não acontecia a formação de produtos a partir das colisões entre as representações das moléculas dos reagentes e nem a reação reversa. Logo, cabendo ao professor a melhor forma de usar tal recurso. E, tendo isso em vista, vamos agora apontar as potencialidades deste recurso, como também da forma como foi utilizado e da estratégia de ensino planejada e ministrada.

O uso da simulação em uma estratégia de ensino elaborada por alguém que dominava suas fragilidades previamente ocorreu de modo bastante produtivo, propiciando diversos momentos de interação, não somente dos(as) estudantes com a simulação, mas foi além. Percebemos momentos em que os estudantes interagiam entre si dentro e fora dos grupos de modo a exporem suas ideias e a confrontá-las a todo instante, em tempo real. Uma estratégia que se mostrou muito válida para (re)construção de conhecimentos, concepções. E os momentos de diálogo entre professor e estudantes também é algo que podemos elencar como sendo oriundo do uso da simulação que pode instigar nos(as) estudantes interesse pelo conceito e, portanto, se dedicando a fazerem cada etapa da aula de modo coordenado e bem cadenciado, concatenado. E isso ocorre em diversos momentos como apresentamos nos resultados.

Portanto, acreditamos que o uso de artefatos oriundos das TIC sob a perspectiva dos Objetos de aprendizagem pode melhorar o processo de ensino e aprendizagem do conceito de

Equilíbrio Químico, mais precisamente da reversibilidade e dinamicidade das reações químicas reversíveis. E reiteramos que o sucesso da estratégia escolhida foi mediante a ação professoral e a participação intensa dos(as) estudantes.

Por fim, a respeito da entrevista com a professora, percebemos que o envolvimento da mesma durante a pesquisa propiciara momentos de grande relevância em que a mesma pode, primeiramente, refletir a respeito da prática que adota em sala de aula, notando as devidas potencialidades do uso de TIC no processo de ensino e aprendizagem e, que, inclusive, agregará tais recursos à *práxis* dela. Além disso, traz um retorno positivo sobre o encontro primevo no que tange a instrução de busca por OA em repositórios online, que aprendera a como realizar tais buscas por OA não somente para algo relacionado a EQ como, também, para Eletroquímica e Isomeria, assuntos mencionados pela professora. Além disso, segundo a professora, os(as) estudantes sentiram-se estimulados(as) com a estratégia de ensino adotada, bem como tiveram melhora no rendimento acadêmico.

Portanto, concluímos que a utilização de uma simulação no processo de ensino e aprendizagem do conceito de Equilíbrio Químico apresentou diversas potencialidades: apropriação de conhecimento, abriu espaço para reflexão sobre a própria prática e agregação de tais recursos para lecionar o conceito de Equilíbrio Químico e outros pela professora que participou de todo o processo, a estratégia de ensino elaborada e ministrada pelo professor pode propiciar momentos de construção de conhecimento, desenvolvimento de trabalho em grupo e motivação nos(as) estudantes, os quais, inclusive, tiveram melhora no rendimento acadêmico. Dentre as fragilidades, as quais, na seção subsequente, buscamos trazer algumas propostas para, possivelmente contorná-las. Por fim, acreditamos que esta pesquisa possui fundamentos que abrem margem para tantas outras, seja no campo de uso das Tecnologias da Informação e Comunicação, quanto na compreensão e uso de Objetos de Aprendizagem, bem como uma proposta de estratégia de ensino que possa instigar a maior participação dos(as) estudantes no processo de construção do próprio conhecimento.

8. PROPOSTAS FUTURAS

Mediante as considerações finais que chegamos, julgamos ser importante apresentarmos algumas propostas futuras no intuito de fazermos apontamentos de pesquisas que possam superar as fragilidades ocorridas nesta pesquisa.

Primeiramente, a respeito de cativar os(as) professores(as) para participarem da pesquisa. Ir às Escolas, se apresentar e procurar estabelecer uma relação amistosa com tais

profissionais e, paulatinamente, ir apresentando a pesquisa, a pertinente relevância da mesma e, principalmente, a fundamental participação do docente, pode ser uma boa estratégia.

Em segundo, porém, não menos importante, é a respeito do número de aulas em que utilizará Objetos de Aprendizagem, mais precisamente uma simulação. É essencial que distribua o conceito a ser abordado em diversas partes, nas quais, à medida que os(as) estudantes forem interagindo e, certamente, melhor se apropriando da ferramenta o nível de avaliação poderá ser intensificado, culminando em propor atividades em que os(as) estudantes, já bem treinados com as especificidades do Objeto de Aprendizagem possam realiza-las de forma totalmente independente. Assim, o(a) professor(a) estará, de certo modo, propiciando um estudo personalizado, independente e, principalmente, ensinando os(as) estudantes a aprenderem a aprender. Ou seja, os atores principais do processo de ensino e aprendizagem passam a ter maior autonomia sobre a própria construção do ensino e o(a) professor(a), de fato, assumem o papel de mediadores do conhecimento, orquestrando de modo concatenado todo o processo.

Um terceiro ponto que sugerimos, porém, que envolve o espírito de liderança e o trabalho em grupo é na criação de um grupo para elaboração de Objeto de Aprendizagem que contornem as limitações conceituais. Apontamos que a equipe tenha, pelo menos, um programador, um designer e um profissional da área de ensino para a construção de Objetos de Aprendizagem com recursos das TIC. O programador, obviamente, ficará encarregado de fazer a construção do software, o designer terá a função da parte estética de modo a ter impacto visual e, portanto, chamar a atenção dos(as) futuros(as) utilizadores(as) do OA. E o profissional da área irá orientar quanto a organicidade e indispensável base teórica-conceitual com intuito de não haver, ou minimizar, limitações e fragilidades.

Por fim, esperamos que a presente pesquisa possa, também, contribuir para tantas outras confrontações de concepções e, portanto, ressignificar o conhecimento tanto por parte dos(as) estudantes na forma de aprender a aprender quanto por parte dos(as) professoras no que tange a questão de refletirem sobre a própria prática professoral.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, Eliane Vigneron Barreto; FLÔRES, Maria Lucia Pozzatti. Objetos de aprendizagem: conceitos básicos. **Objetos de aprendizagem: teoria e prática. Porto Alegre: Evangraf**, p. 12-28, 2014.
- ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini; VALENTE, José Armando. Políticas de tecnologia na educação brasileira: histórico, lições aprendidas e recomendações. **Centro de Inovação para a educação brasileira**, 2016.

- ANDRADE, Beatrice L. de; ZYLBERSZTAJN, Arden; FERRARI, Nadir. AS ANALOGIAS E METÁFORAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS À LUZ DA EPISTEMOLOGIA DE GASTON BACHELARD. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 182-192, Dec. 2000.
- BASNIAK, Maria Ivete; SOARES, Maria Tereza Carneiro. O ProInfo e a disseminação da Tecnologia Educacional no Brasil. **Educação Unisinos**, v. 20, n. 2, p. 201-214, 2016.
- BORGES, Patricia Ferreira Bianchini. NOVAS TECNOLOGIAS E FORMAÇÃO PROFISSIONAL DOCENTE. **Educação & Tecnologia**, [S.l.], v. 23, n. 1, fev. 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Estado de Educação e Cultura. UCA. Um computador por aluno. Formação Brasil: projeto, planejamento das ações/cursos. Brasília, 2007.
- BRASIL, MEC. Resolução CNE/CP nº 2, de 1º de julho de 2015. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. **Diário Oficial da União**, 2015.
- BARDIN, Lawrence. Análise de conteúdo. **Lisboa: edições**, v. 70, p. 225, 1977.
- BRITO, Sergio Luis. Um Ambiente Multimeditizado para a construção do Conhecimento em Química. **Química Nova na Escola**, v. 14, p. 13-15, 2001.
- CARNEIRO, Reginaldo Fernando; PASSOS, Cármen Lúcia Brancaglioni. A utilização das tecnologias da informação e comunicação nas aulas de matemática: limites e possibilidades. **Revista Eletrônica de educação**, v. 8, n. 2, p. 101-119, 2014.
- CAROBIN, Cláudia; DE ANDRADE NETO, Agostinho Serrano. UM EXEMPLO DO USO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS APLICADOS NO ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO PARA ESTUDANTES DE ENSINO MÉDIO♦. **Encontro Nacional de Pesquisa de em Educação em Ciências, IV**, 2003.
- CARVALHO, Arley et al. Objetos Digitais de Aprendizagem no Ensino de Física Básica: Um estudo de caso com simuladores virtuais em uma escola de ensino público estadual. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 17, n. 3, p. 263-272, 2019.
- CARVALHO, Marcelo; OLIVEIRA, Thiago. Infraestrutura de redes e dos laboratórios de informática de escolas públicas de Conselheiro Lafaiete. **Revista UFG**, v. 19, 2019.
- DE MELO NASCIMENTO, Francisco Elionardo; SILVA, Denilson Gomes. Educação mediada por tecnologia: inovações no processo de ensino e aprendizagem-uma revisão integrativa. **Abakós**, v. 6, n. 2, p. 72-91, 2018.
- COSTA, Lúcia Margarete. Programa Nacional de Tecnologia Educacional (PROINFO) Expansão, democratização e inserção das tecnologias na Rede Pública. **QUANTA- Comunicação e Cultura**, v. 1, n. 1, p. 52-63, 2015.
- DA CONCEIÇÃO, Lucas Sobral Marques; MENDONÇA, Marcia Vivancos; FARAH, João Pedro Simon. A criação de animações de mecanismos de reações orgânicas como método de ensino. **Revista de Graduação USP**, v. 2, n. 3, p. 135-139, 2017.
- DE OLIVEIRA, Kethure Aline; AMARAL, Marília A.; DE FATIMA BARTHOLO, Viviane. Uma experiência para definição de storyboard em metodologia de desenvolvimento colaborativo de objetos de aprendizagem. **Ciênc. cogn.**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 19-32, abr. 2010.
- DE OLIVEIRA, Cláudio. TIC'S na educação: a utilização das tecnologias da informação e comunicação na aprendizagem do aluno. **Pedagogia em Ação**, v. 7, n. 1, 2015.
- DE PAULA, Marcos Vinícius Guimarães; SUANNO, João Henrique. Pensando sobre as TICs como recurso pedagógico: relato de uma experiência na educação física escolar. **Debates em Educação**, v. 11, n. 24, p. 212-227, 2019.
- DELLAGNELO, L. Inovação e tecnologia na educação: guia EDUTECH - ferramenta de diagnóstico e planejamento de políticas de tecnologia educacional. In: PESQUISA sobre o

- uso das tecnologias da informação e comunicação nas escolas brasileiras [livro eletrônico]: **TIC educação 2016**, São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2017.
- DIAS, Vanina Costa. Ensinar e aprender em tempos de cultura digital. **Percursos Acadêmicos**, v. 6, n. 12, p. 435-448, 2016.
- DOS SANTOS, Reginaldo. ENTRAVES PARA O USO DAS NOVAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA EDUCAÇÃO. **Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar**, v. 4, n. 10, p. 165-176, 2018.
- DOTTI, Marcelo. Analogia e mediação docente no processo de ensino e aprendizagem de equilíbrio químico. **Educação Química En Punto de Vista**, [s.l.], v. 2, n. 2, p.125-141, 31 jan. 2019. *Educação Química em Punto de Vista*.
<<http://dx.doi.org/10.30705/eqpv.v2i2.1419>>.
- DRIVER, Rosalind et al. Construindo conhecimento científico na sala de aula. **Química nova na escola**, v. 9, n. 5, p. 31-40, 1999.
- FABRE, Marie-Christine JM; TAMUSIUNAS, Fabricio; TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach. Reusabilidade de objetos educacionais. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 1, n. 1, 2003.
- FLORES, J. B.; LIMA, V. M. DO R.; MÜLLER, T. J. O uso das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino de Cálculo Diferencial e Integral: reflexões a partir de uma metanálise. **Abakós**, v. 6, n. 2, p. 21-35, 21 maio 2018.
- FRISON, Marli Dallagnol et al. Livro didático como instrumento de apoio para construção de propostas de ensino de ciências naturais. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis**, p. 4-5, 2009.
- GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 10, p. 43-49, nov. 1999.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.
- HACK, Josias Ricardo; NEGRI, Fernanda. Escola e tecnologia: a capacitação docente como referencial para a mudança. **Ciências & Cognição**, v. 15, n. 1, p. pp. 89-99, 2010.
- HERNANDO, Moncaleano et al. Comprensión del equilibrio químico y dificultades en su aprendizaje. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, p. 111-118, 2003.
- JIMOYIANNIS, Athanassios; KOMIS, Vassilis. Computer simulations in physics teaching and learning: a case study on students' understanding of trajectory motion. **Computers & education**, v. 36, n. 2, p. 183-204, 2001.
- JÚNIOR, David Pereira Faraum; CIRINO, Marcelo Maia. A Utilização das TIC no Ensino de Química durante a Formação Inicial. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 2, n. 2, p. 102-113, 2017.
- JÚNIOR, Claudemir Públio. Formação Docente frente às Novas Tecnologias: desafios e possibilidades. **InterMeio: Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação-UFMS**, v. 24, n. 47, 2018.
- KOSMINSKY, Luis; GIORDAN, Marcelo. Visões de ciências e sobre cientista entre estudantes do ensino médio. **Química nova na escola**, v. 15, n. 1, p. 11-18, 2002.
- LEITE, Maici et al. Pensamento Computacional nas Escolas: Limitado pela Tecnologia, Infraestrutura ou Prática Docente?. **Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação**, [S.l.], p. 1002, out. 2017. p. 1002
- LIMA, Fernando Henrique. Um método de transcrições e análise de vídeos: a evolução de uma estratégia. **VII Encontro Mineiro de Educação Matemática (VII EMEM)**, p. 1-11, 2015.
- LISBÔA, Julio Cezar Foschini. QNesc e a Seção Experimentação no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, [s.l.], v. 37, p.198-202, 2015. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20150070>.

- LOUREIRO, Ana Claudia; CAVALCANTI, Carolina Costa; ZUKOWSKY, Cristina. CONCEPÇÕES DOCENTES SOBRE O USO DAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 17, n. 3, 2019.
- MACHADO, Andréa Horta; ARAGÃO, R. M. R. D. Como os estudantes concebem o estado de Equilíbrio Químico. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 1, n. 4, p. 18-20, nov./1996.
- MACHADO, Adriano Silveira. Uso de Softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, [s.l.], v. 38, n. 2, p.104-111, 2016. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20160014>.
- MARCONI, M. de A.; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2004.
- MARTINS, I. Dados como diálogo: construindo dados a partir de registros de observação de interações discursivas em salas de aula de ciências. In: SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007.
- MATEUS, Alfredo Luis; DIAS, Diego Araújo. EDUCAÇÃO NA SUA MÃO: Celulares e tablets. In: MATEUS, Alfredo Luis. **ENSINO DE QUÍMICA MEDIADO PELAS TICs**. Belo Horizonte: UFMG, 2015. p. 197.
- MELO, Lilian Guiduci de. **Perfil dos Professores de Química do Município de Juiz de Fora: Sua Formação Inicial, Continuada e o Exercício Profissional**. 2012. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Educação em Química, Departamento de Química, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.
- MENDES, Ana Gardenia Lima Martins; JUNIOR, João Batista Bottentuit. Tecnologias digitais e formação de professores: Percepções e Relatos de Experiências de Alunos de um Curso de Especialização em Informática na Educação. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 17, n. 3, 2019.
- MENDES, R. M.; SOUZA, V. I.; CAREGNATO, S. E. A propriedade intelectual na elaboração de objetos de aprendizagem. In: **Cinform – Encontro Nacional de Ciência da Informação**, 5. 2004, Salvador. Anais, Salvador: UFBA, 2004
- MIRANDA, G. Limites e possibilidades das TIC na Educação. **Sísifo**, 3. 2007.
- MORAES, Maria Cândida. Informática Educativa no Brasil: uma história vivida, algumas lições aprendidas. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 1, n. 1, p. 19-44, 1997.
- NASCIMENTO, João Kerginaldo Firmino do. Informática aplicada à educação. 2007.
- NASCIMENTO, Daniel Barbosa do. Investigação sobre a eficiência das TIC na aplicação do conceito de Estequiometria. In: OLIVEIRA, Olga Maria Mascarenhas Faria; NASCIMENTO, Daniel Barbosa do; LIMA, Eliane Cristina Couto de. **Desafios Para a Docência em Química: Teoria e Prática**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013.
- NASCIMENTO, F. E. DE M.; SILVA, D. G. Educação Mediada por Tecnologia: inovações no processo de ensino e aprendizagem - uma revisão integrativa. **Abakós**, v. 6, n. 2, p. 72-91, 21 maio 2018.
- NASCIMENTO, M. V. A.; SABINO, C. V. S. Objeto de Aprendizagem Virtual como Recurso Pedagógico Interativo para Resolução de Questões de Biologia no ENEM. **Abakós**, v. 7, n. 2, p. 22-44, 28 maio 2019.
- NETO, Alaim Souza; LUNARDI MENDES, Geovana Mendonça. OS USOS DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS NA ESCOLA: DISCUSSÕES EM TORNO DA FLUÊNCIA DIGITAL E SEGURANÇA DOCENTE. **Revista e-Curriculum**, [S.l.], v. 15, n. 2, p. 504-523, jun. 2017.
- NICHELE, Aline Grunewald; SCHLEMMER, Eliane. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 12, n. 2, 2014.

- OLIVEIRA, Breyner Ricardo et al. Apresentação – Dossiê “Tecnologias e educação: usos, efeitos e reflexões sobre a formação no cotidiano das instituições educacionais”. **Debates em Educação**, Maceió, v. 11, n. 24, p. v-ix, dec. 2019.
- PONTE, João Pedro da. Tecnologias de informação e comunicação na formação de professores: que desafios?. **Revista Iberoamericana de educación**, p. 63-90, 2000.
- QUEIROZ, Davi Lira; MELO, Nubia Maria de Castro Oliveira; SOUZA, Gahelyka Aghta Pantano. Livro didático de química: uma análise do conteúdo de termodinâmica. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 1, 2019.
- PRENSKY, Marc. Digital natives, digital immigrants. **On the horizon**, v. 9, n. 5, 2001.
- RAVIOLO, Andrés; GARRITZ, Andoni. Analogias no Ensino do Equilíbrio Químico. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 27, p.13-25, fev. 2008.
- RIBEIRO, A.; CASTRO, J. M.; REGATTIERI, Marilza Machado Gomes. Tecnologias na sala de aula: uma experiência em escolas públicas de ensino médio. 2007.
- SABADINI, E.; BIANCHI, J. C. A. Ensino do conceito de equilíbrio químico: uma breve reflexão. **Química Nova na Escola**, v. 25, p. 10-13, 2007.
- SAMPAIO, Romilson Lopes; SILVA ALMEIDA, Ana Rita. Aprendendo matemática com objetos de aprendizagem. **Ciências & Cognição**, v. 15, n. 1, p. 64-75, 2010.
- SANTOS, Hercules Pimenta. O professor diante da demanda do aluno do XXI: trabalhando com tecnologias e mídias de potencial educativo. **Debates em Educação**, Maceió, v. 11, n. 24, p. 245-258, aug. 2019.
- SILVA, N. M.; PAULA, M. V.; Escola e cibercultura: breve reflexão acerca do uso das TIC como recurso pedagógico. **Revista Polyphonia**, v. 23, n. 1, 2 out. 2013.
- SILVA, P. D. N; SILVA, F. C. V. D; NETO, J. E. S. A transposição didática do conteúdo equilíbrio químico molecular. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 19, n. 6, p. 977-995, nov.-dez./2017.
- TORRES, Ana Paula; PIMENTA, Leny André; KERBAUY, Maria Teresa Miceli. O uso efetivo das tecnologias de informação e comunicação (TIC) no ensino superior. **Conhecimento & Diversidade**, v. 9, n. 18, p. 123-143, 2018.
- TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach et al. Objetos de Aprendizagem: teoria e prática. 2014.
- VIEIRA, E.; MEIRELLES, R. M. S.; RODRIGUES, D. C. G.A. O uso de tecnologias no ensino de química: a experiência do laboratório virtual química fácil. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**, 8., 2011, Campinas.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Carta aos(às) professores(as) da Educação Básica

CARTA PARA OS(AS) PROFESSORES(AS)

Digníssimo(a) Professor(a), eu, Augusto Theodoro de Carvalho, atualmente, cursando mestrado em Educação em Química do Programa de Pós-Graduação em Química da UFJF, cuja pesquisa buscará analisar a(s) potencialidade(s) e fragilidade(s) do uso de animações, como uma proposta para o ensino de Equilíbrio Químico (EQ), tema desta pesquisa. Peço a gentileza de responder a um Questionário online, cujo link é:

<https://goo.gl/forms/8suqsVZ3rKup5FPI3>

Este questionário contém 6 questões discursivas e 3 questões objetivas. Inclusive, segue, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE –.

A partir das respostas deste questionário, busco saber acerca do processo formativo que teve durante a graduação, no que diz respeito as Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC, Objetos de Aprendizagem – OA – e que tipo(s) de metodologia(s) você utiliza, ou já utilizou, para lecionar o conteúdo de EQ.

Desde já, agradeço muito pela participação e boa vontade em fazer parte desta pesquisa. Além disso, abro espaço para que, caso conheçam algum(a) professor(a) que tenha interesse em participar desta pesquisa, por gentileza, encaminhar o e-mail dele(a) para que eu possa entrar em contato. No mais, desejo-lhe sucesso e prosperidade em sua vida profissional e pessoal.

Cordialmente,

Augusto Theodoro de Carvalho.:
Mestrando em Educação em Química – PPGQ – UFJF

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido dos(as) Professores(as)

Nome do Pesquisador Responsável: Augusto Theodoro de Carvalho
Campus Universitário da UFJF
Faculdade/Departamento/Instituto: Departamento de Química do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Juiz de Fora
CEP: 36036-900
Fone: (32) 9 8496-4886
E-mail: augusto.fotografo@yahoo.com.br

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário(a) da pesquisa O ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO NA PERSPECTIVA DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é em detrimento do grande acesso e aquisição dos(as) estudantes a artefatos oriundos das TIC e, portanto, pensamos ser importante o desenvolvimento de metodologias que utilize tais artefatos no intuito de, possivelmente, propiciar uma melhora no processo de ensino e aprendizagem, principalmente, quando se tratar na elucidação de conceitos abstratos, como, por exemplo, a dinamicidade das reações reversíveis. Nesta pesquisa pretendemos averiguar a(s) potencialidade(s) e fragilidade(s) do uso de animações como ferramentas que favoreçam o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de Equilíbrio Químico, mais especificamente a reversibilidade de algumas reações bem como a dinamicidade intrínseca.

Caso você concorde em participar, convidado-o(a), primeiramente, a responder um questionário online no qual terá três questões objetivas e seis discursivas, a fim de delinear os diversos perfis dos(as) professores(as) da Educação Básica quanto a alguns critérios. Sendo eles: Formação Acadêmica; Presença das TIC durante a formação acadêmica; Conhecimento acerca de Objetos de Aprendizagem; Metodologias utilizadas para lecionar o conteúdo de Equilíbrio Químico. Em segundo momento, você poderá ser convidado(a) para uma entrevista individual, na qual, gostaria que respondesse algumas perguntas a respeito de sua prática docente, bem como o perfil dos estudantes para os(as) quais leciona e, em seguida, a fazer parte de um grupo, com alguns encontros, no quais buscaremos dialogar e refletir sobre as práticas docentes entre os pares, a presença e o uso das TIC em sala de aula, bem como sobre Objetos de Aprendizagem – OA –, com maior profundidade as animações,. Esta pesquisa tem alguns riscos, que são mínimos, devido a possibilidade de ocorrer algum acidente durante o traslado até o local onde haverá os encontros, tanto para entrevista quanto presenciais do grupo. Mas, para diminuir a chance destes riscos acontecerem, buscaremos marcar, tanto entrevista quanto encontros do grupo, em local de fácil acesso e em horários que propiciem maior conforto e tranquilidade para realizar o traslado. A pesquisa pode ajudar, diretamente, o(a) professor(a) convidados(a) no desenvolvimento de metodologia(s) que utilize(m) das Tecnologias da Informação e Comunicação, bem como aprender acerca do conceito de Objetos de Aprendizagem – OA –, e apropriar-se destes recursos na prática docente de modo a, possivelmente, melhorar o processo de ensino e aprendizagem, além de um espaço reflexivo acerca da própria prática, bem como a troca de experiências com outros(as) professores(as) durante os encontros do grupo. Indiretamente, terão acesso ao OA produzido através do compartilhamento do mesmo via site.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, que não seja além do custo de traslado até o local dos encontros, tanto para entrevista quanto do grupo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causa das atividades que realizarmos nesta pesquisa, você tem direito a indenização. Você terá todas as informações

que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido(a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 20____.

Assinatura do(a) Participante

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

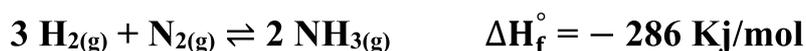
APÊNDICE C – Conteúdo Instrucional
ROTEIRO – AULA USANDO SIMULAÇÕES

Caro estudante, este roteiro irá auxiliá-lo no uso da simulação, a qual encontra-se em link previamente salvo na barra de favoritos do navegador Mozilla Firefox. **SIGA AS INSTRUÇÕES DESTE ROTEIRO CORRETAMENTE.**

Por gentileza, clique no link Simulação – EQ que se encontra na barra de favoritos do navegador.

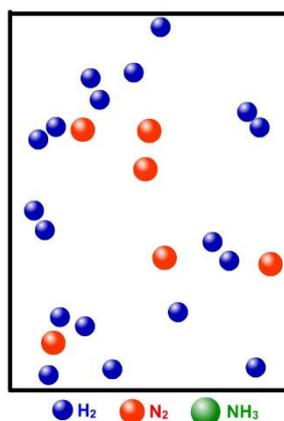
A simulação que temos neste link é a reação de formação da amônia, uma substância que tem imensa importância no cenário sociopolítico e econômico mundial, cujo estudo histórico é importante. Porém, noutro momento traremos à tona a discussão acerca desta substância.

A seguir, temos a equação química que representa a reação de formação da amônia:

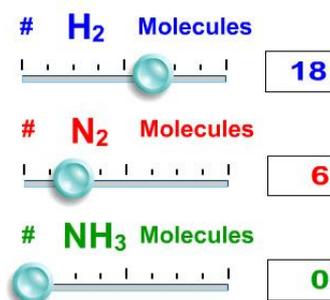


1 – Ao analisarem esta equação química, a qual representa a reação de formação da amônia – NH_3 , o que vocês podem inferir a respeito da reação?

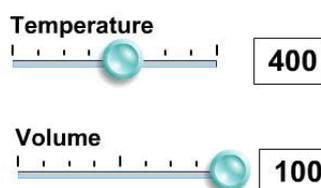
A seguir, temos a imagem do que será o nosso *reator*. Ou seja, onde ocorrerá a simulação da reação química.



A figura abaixo ilustra o campo em que vocês poderão aumentar ou diminuir a quantidade de espécies químicas que estarão dentro do reator.



Ao lado do campo que se pode variar a quantidade as moléculas que apareceram na simulação temos os campos para variar temperatura e volume (pressão).



2 – Antes de variar a temperatura, o que vocês esperam que aconteça com as partículas caso a temperatura seja aumentada? E diminuída?

Aumento da temperatura:	Diminuição da temperatura:

3 – Façam o mesmo procedimento do item 2, mas, agora, para o volume (pressão). O que vocês esperam que aconteça quando diminuirmos o volume? O que acontece com a pressão?

4 – Agora, aumente o valor da temperatura para o valor **500**. Observem o que acontece. Era o resultado que vocês esperavam? O que os levou a pensar desta forma? Façam o mesmo procedimento, mas, agora, para a temperatura igual a **300**.

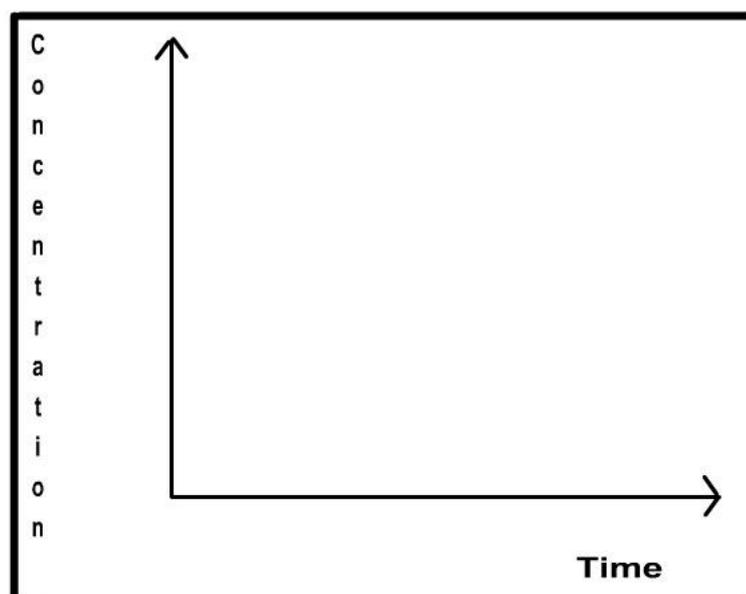
500K	300K
-------------	-------------

5 – Agora, diminua o valor do volume para **50**. Observe o que acontece. Era o resultado que vocês esperavam? O que os levou a pensar desta forma?

A seguir, temos os botões para iniciar, parar ou reiniciar. **NÃO SELECIONARA OPÇÃO ON ENQUANTO NÃO FOR PERMITIDO!!!**

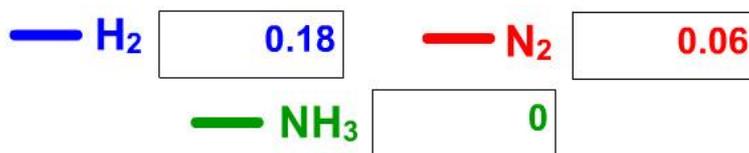


A figura abaixo ilustra o campo que representa o gráfico da concentração x tempo.



Por fim, a última figura ilustra o campo que demonstra o valor das concentrações ao

longo da reação.



Agora que sabemos as funcionalidades de cada parte do simulador, poderemos iniciar o processo de simulação. **Certifique-se** de que no campo das quantidades de moléculas estejam os seguintes valores: $\#\text{H}_2 = 18$; $\#\text{N}_2 = 6$, $\#\text{NH}_3 = 0$, **Temperatura = 400K** e **Volume = 100mL**.

6 – Clique no campo **ON** com o botão esquerdo do mouse. Observe o que acontece. Anote suas observações no campo abaixo. **NÃO MAIS ALTERE ESTE CAMPO A NÃO SER QUE SEJA SOLICITADO PELO PESQUISADOR E/OU PELA PROFESSORA.**

Anote os valores das concentrações de H_2 , N_2 e NH_3 .

$[\text{H}_2]$ mol/L	$[\text{N}_2]$ mol/L	$[\text{NH}_3]$ mol/L	K_{c1}

6.1 – Antes de fazer alguma modificação no sistema o que espera acontecer se aumentar a concentração de alguma das espécies químicas envolvidas, no caso, a do N_2 ?

6.2 – Agora, mova o slider do N_2 de modo a aumentar a quantidade de dessa substância até dobrar a quantidade. Solte o slider e observe o que acontece. Anote suas observações no campo abaixo.

Anote os novos valores das concentrações de H_2 , N_2 e NH_3 .

[H₂] mol/L	[N₂] mol/L	[NH₃] mol/L	K_{c2}

APÊNDICE D – Termo de Consentimento Livre Esclarecidos dos Pais ou Responsáveis

Gostaríamos de convidar seu(sua) filho(a) a participar como voluntário(a) da pesquisa O ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO NA PERSPECTIVA DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é em no fato do grande acesso e aquisição dos(as) estudantes a artefatos oriundos das TIC e, portanto, pensamos ser importante o desenvolvimento de metodologias que utilizem tais artefatos para, possivelmente, propiciar uma melhora no processo de ensino e aprendizagem, principalmente, na elucidação de conceitos abstratos, como, por exemplo, a dinamicidade das reações reversíveis. Nesta pesquisa pretendemos averiguar a(s) potencialidade(s) e fragilidade(s) do uso de animações como ferramentas que favoreçam o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de Equilíbrio Químico, mais especificamente a reversibilidade de algumas reações bem como a dinamicidade intrínseca.

Caso você concorde e permita que seu(sua) filho(a) participe, ele(a) será convidado(a) a participar de uma sequência de aulas em que haverá uma abordagem que utilizará animações e simulações como ferramentas que poderão propiciar uma melhor compreensão acerca do conteúdo lecionado, no caso, será sobre Equilíbrio Químico. Este estudo apresenta risco mínimo, isto é, o mesmo risco existente em atividades rotineiras como conversar, tomar banho, ler, traslado para Escola etc. Apesar disso, você tem assegurado o direito a ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, é importante tomar os devidos cuidados durante o percurso até a Escola, ou seja, ser for andando pela calçada, não atravessar fora da faixa de pedestres, respeitar os sinais de trânsito e dirigir-se direto para Escola. A pesquisa pode ajudá-lo a compreender melhor o conteúdo de Equilíbrio Químico, como melhor usufruir dos recursos desenvolvidos pelas TIC para, possivelmente, aprimorar os conhecimentos adquirido.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causadas atividades que fizermos com você nesta pesquisa, você tem direito a indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. O pesquisador tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo e autorizo meu(minha) filho(a) a participar da pesquisa e que me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, 12 de abril de 2019

Assinatura do(a) Responsável

Assinatura do Pesquisador

Nome do Pesquisador Responsável: **Augusto Theodoro de Carvalho**

Campus Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora - UFJF

Departamento: **Departamento de Química do Instituto de Ciências Exatas**

CEP: **36036-900**

Fone: **(32) 9 8496-4886** / E-mail: **augusto.fotografo@yahoo.com.br**

APÊNDICE E – Termo de Assentimento do(a) estudante

TERMO DE ASSENTIMENTO

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “O ENSINO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO NA PERSPECTIVA DAS TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO”. Neste estudo pretendemos averiguar a(s) potencialidade(s) e fragilidade(s) do uso de animações como ferramentas que favoreçam o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo de Equilíbrio Químico, mais especificamente a reversibilidade de algumas reações bem como a dinamicidade intrínseca.

O motivo que nos leva a estudar esse assunto é devido ao fato da dificuldade por parte dos(as) estudantes de Ensino Médio na compreensão de conceitos abstratos como a reversibilidade das reações químicas, característica que configura o estado de equilíbrio químico em determinadas condições.

Para este estudo adotaremos o(s) seguinte(s) procedimento(s):

Os(As) estudantes terão uma aula na Escola onde estudam em que lhe será apresentado um Objeto de Aprendizagem – Animação –. Nesta animação será apresentado o conceito de Equilíbrio Químico a nível atômico-molecular. Além disso, para análise do grau de assimilação dos(as) estudantes será utilizado um questionário online cujo link para acesso será disponibilizado durante a aula. Para tanto, os(as) estudantes usarão o smartphone próprio (ou formação de grupo para os(as) estudantes que não possuem tal aparelho) em que será disponibilizado, pelo pesquisador, roteamento para acesso à internet.

Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação. Este estudo apresenta risco mínimo, isto é, o mesmo risco existente em atividades rotineiras como conversar, tomar banho, ler, traslado para Escola etc. Apesar disso, você tem assegurado o direito a ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Eu, _____, portador(a) do documento de Identidade _____ (se já tiver documento), fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, ____ de abril de 2019.

Assinatura do(a) menor

Assinatura do Pesquisador

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: **AUGUSTO THEODORO DE CARVALHO.:**

ENDEREÇO: **RUA JOSÉ ROMÃO GUEDES, Nº 9, GRANBERY. JUIZ DE FORA (MG) - CEP: 36010-480**

FONE: **(32) 98496-4886**

E-MAIL: **augusto.fotografo@yahoo.com.br**