

Gustavo Bizarria Gibin | Jackson Gois (Orgs.)

Formação Docente na Educação em Ciências

Concepções e Práticas



Esta coletânea de artigos é resultado do trabalho de vários pesquisadores de universidades públicas de nosso país acerca do tema da Formação Docente. O foco dos artigos está apoiado na formação inicial docente, em artigos com olhar direcionado para os processos formativos durante a formação inicial, ou em artigos cujo foco está no ensino básico, mas cuja pesquisa é vivenciada em continuidade à formação inicial docente, em programas de Pós-Graduação que possibilitam que professores já formados possam se aprofundar em questões de pesquisa típicas da área de Ensino. Os onze artigos que compõem a coletânea agregam 21 pesquisadores das cinco regiões do país, o que mostra abrangência e diálogos sobre a formação docente. O título da coletânea expressa as reflexões apresentadas em seus aspectos epistemológicos e metodológicos. As concepções e práticas exploradas nos textos pelos autores procuram articular os conhecimentos elaborados na área de Ensino com outros saberes, próprios das Ciências da Natureza e da Filosofia.



Formação Docente na Educação em Ciências



SÉRIE Processos Formativos

Diretores da Série:

Prof. Dr. Harryson Júnio Lessa Gonçalves
(Unesp/FEIS)

Prof. Dr. Humberto Perinelli Neto
(Unesp/IBILCE)

Comitê Editorial Científico:

Prof. Dr. Adriano Vargas Freitas
Universidade Federal Fluminense (UFF)

Prof. Dr. Alejandro Pimienta Betancur
Universidad de Antioquia (Colômbia)

Alexandre Maia do Bomfim
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Prof. Dr. Alexandre Pacheco
Universidade Federal de Rondônia (UNIR)

Prof. Dra. Ana Cláudia Ribeiro de Souza
Instituto Federal do Amazonas (IFAM)

Prof.ª Dr.ª Ana Clédina Rodrigues Gomes
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA)

Prof.ª Dr.ª Ana Lúcia Braz Dias
Central Michigan University (CMU/EUA)

Prof.ª Dr.ª Ana Maria de Andrade Caldeira
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP)

Prof. Dr. Antonio Vicente Marafioti Garnica
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP)

Prof. Dr. Armando Traldi Júnior
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP)

Prof. Dr. Daniel Fernando Johnson Mardones
Universidad de Chile (UCHile)

Prof.ª Dr.ª Deise Aparecida Peralta
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP)

Prof. Dr. Eder Pires de Camargo
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP)

Prof. Dr. Elenilton Vieira Godoy
Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Prof. Dr. Elison Paim
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Prof. Dr. Fernando Seffner
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Prof. Dr. George Gadanidis
Western University, Canadá

Prof. Dr. Gilson Bispo de Jesus
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB)

Prof.ª Dra. Ilane Ferreira Cavalcante
Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN)

Prof. Dr. João Ricardo Viola dos Santos
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

Prof. Dr. José Eustáquio Romão
Universidade Nove de Julho e Instituto Paulo Freire (Uninove e IPF)

Prof. Dr. José Messildo Viana Nunes
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Prof. Dr. José Sávio Bicho de Oliveira
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA)

Prof. Dr. Klinger Teodoro Ciriaco
Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR)

Prof.ª Dr.ª Lucélia Tavares Guimarães
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS)

Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP)

Prof.ª Dr.ª Márcia Regina da Silva
Universidade de São Paulo (USP)

Prof.ª Dr.ª Maria Altina Silva Ramos
Universidade do Minho, Portugal

Prof.ª Dr.ª Maria Elizabeth Bianconcini de Almeida
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP)

Prof.ª Dr.ª Olga Maria Pombo Martins
Universidade de Lísboa (Portugal)

Prof. Dr. Paulo Gabriel Franco dos Santos
Universidade de Brasília (UnB)

Prof. Dr. Ricardo Cantoral
Centro de Investigación e Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav, México)

Prof. Dr. Rodrigo Ribeiro Paziani
Universidade do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

Prof. Dr. Sidinei Cruz Sobrinho
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSUL/Passo Fundo)

Prof. Dr. Vlademir Marim
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Prof. Dr. Wagner Barbosa de Lima Palanch
Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL)

Formação Docente na Educação em Ciências

Concepções e Práticas

Organizadores
Gustavo Bizarria Gibin
Jackson Gois



Diagramação: Marcelo A. S. Alves

Capa: Carole Kümmecke - <https://www.conceptualeditora.com/>

O padrão ortográfico e o sistema de citações e referências bibliográficas são prerrogativas de cada autor. Da mesma forma, o conteúdo de cada capítulo é de inteira e exclusiva responsabilidade de seu respectivo autor.



Todos os livros publicados pela Editora Fi estão sob os direitos da [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt_BR) https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.pt_BR



Série Processos Formativos – 20

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

GIBIN, Gustavo Bizarria; GOIS, Jackson (Orgs.)

Formação Docente na Educação em Ciências: Concepções e Práticas [recurso eletrônico] / Gustavo Bizarria Gibin; Jackson Gois (Orgs.) -- Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2021.

344 p.

ISBN - 978-65-5917-116-3

DOI - 10.22350/9786559171163

Disponível em: <http://www.editorafi.org>

1. Formação; 2. Docência; 3. Educação; 4. Ciências; 5. Brasil; I. Título.

CDD: 370

Índices para catálogo sistemático:

1. Educação 370

Sumário

Prefácio	9
Luiz Henrique Ferreira	
Apresentação	14
Gustavo Bizarria Gibin	
Jackson Gois	
Capítulo 1	19
O planejamento e a produção de sequências didáticas na formação inicial de professores através das lentes da teoria da aprendizagem expansiva	
Adriana da Silva Posso	
Marcelo Giordan	
Capítulo 2	52
Materiais didáticos na formação de professores de Ciências da Natureza: diálogos com os saberes docentes	
Alessandra da Conceição Zanin	
Aline Kundlatsch	
Camila Silveira	
Capítulo 3	85
A construção de sequências didáticas utilizando a ferramenta “Scratch” no ensino de Queda Livre e lançamento oblíquo	
Rubens Luiz Rodrigues	
Moacir Pereira de Souza Filho	
Capítulo 4	106
Utilização de recursos digitais em sala de aula de ciências: investigando a produção de significados	
Wesley Cabral de Oliveira	
Marcelo Maia Cirino	
Ourides Santin Filho	

Capítulo 5	140
Concepções de alunos sobre experimentação investigativa em Química: ênfase na interação social	
Rebeca Zuliani Galvão	
Gustavo Bizarria Gibin	
Capítulo 6	162
Gamificação é jogo? Construindo tessituras conceituais para o campo da didatização lúdica	
Lucas Muller	
Maria das Graças Cleophas	
Capítulo 7	216
Motivação e o ensino de ciências	
Ricardo Castro de Oliveira	
Capítulo 8	240
Motivação e internalização em processos de significação	
Jackson Gois	
Marciana Catanho	
Capítulo 9	268
Currículo Integrado na Formação Inicial de Professores de Química: Possibilidades para um Diálogo Interdisciplinar	
Luciana Rage Xavier	
Sidilene Aquino de Farias	
Capítulo 10.....	290
Filosofia da educação Química: um campo em formação	
Marcos Antonio Pinto Ribeiro	
Capítulo 11	319
Abordagem investigativa na formação de professores de Química	
Marcelo de Freitas Lima	
Jackson Gois	
Índice remissivo	337

Prefácio

*Luiz Henrique Ferreira*¹

Recebi a honra de prefaciар esta obra, junto com a liberdade de falar um pouco sobre o que ela representa para o processo de formação de professores de ciências e sobre o que penso sobre o tema. É exercitando esta liberdade que me foi dada que convido você leitor a conhecer um pouco de meus pensamentos.

Ao escrever a comédia “Galileu Galilei”, encenada em teatros de vários países, o dramaturgo alemão *Bertolt Brecht* (Eugen Bertholt Friedrich Brecht, 1898-1956) coloca na voz de Galileu a seguinte fala: “*Pensar é um dos maiores prazeres da raça humana*”. Embora esta seja uma fala de Brecht é bem provável que Galileu acreditasse nesta afirmação. Sem a menor pretensão de me igualar a estas duas mentes privilegiadas, também acredito que pensar é motivo de grande prazer, crença que confio dividir com os leitores desta obra. Como para a psicologia *pensar sobre um tema é o mesmo que refletir*, gostaria de compartilhar com você, minhas reflexões sobre o que me provoca a leitura de **Formação Docente na Educação em ciências – Concepções e Práticas**.

Começo com o momento em que vivemos: afloramento de velhas crenças, próprias da Idade Média, como o terraplanismo, criacionismo e negacionismo. Neste momento, em pleno auge da pandemia de covid-19, assistimos a uma disputa política em torno da utilização de vacinas como forma de proteger toda a população brasileira: vacinar ou não vacinar. Se

¹ DQ/UFSCar

vacinar, com qual vacina - chinesa ou ocidental? A vacina será obrigatória ou não?

Pandemia não é o único assunto do momento. Também temos assistido a debates fervorosos entre parlamentares sobre mudanças na legislação educacional para que o criacionismo seja ensinado em nossas escolas. O pano de fundo destes debates tem provocado uma séria divisão em nossa população, mas **é a crença na ciência** que está em jogo. É possível que os negacionistas, com suas ideias medievais, nunca tenham conseguido tantos adeptos como agora, em pleno século XXI, e isto nos obriga a ir além da necessária reflexão. É preciso *também* agir. Escrever para professores em processo de formação inicial ou em exercício é uma forma de agir, relatando conhecimentos produzidos por meio das mais variadas pesquisas educacionais.

Em síntese, destaco que para esta reflexão podemos dizer que a formação de docentes em Ciências nunca foi tão importante e necessária para o Brasil.

Uma segunda reflexão que julgo importante trata das opções que licenciandos e professores em exercício fazem (ou fizeram): pelo *magistério* e pela *ciência*. Sobre a primeira, considero que somos a única espécie que conseguiu relatar para gerações futuras os conhecimentos acumulados durante séculos. Neste sentido, a opção pelo magistério deveria ser entendida também como uma opção pela missão que garante mais do que a sobrevivência, já que cabe ao professor dar o que talvez seja a maior contribuição para o processo de evolução de nossa espécie e isto o diferencia dos demais profissionais. Um cidadão experimenta este processo de evolução ao longo de sua trajetória escolar da mesma forma como a humanidade experimenta o mesmo processo ao longo de gerações.

Então, o processo de formação de professores deveria ser para nossos governantes motivo de prioridade, alocando os investimentos minimamente condizentes com as necessidades e propondo políticas públicas que produzam resultados mais satisfatórios.

Não pretendo discutir dados estatísticos, mas o leitor certamente sabe que todos os indicadores educacionais nos mostram o quanto precisamos avançar em relação ao ensino de ciências e parte considerável do problema está na formação de professores.

É uma pena que mesmo nas principais universidades do país encontramos pessoas com dificuldades de enxergar que a formação inicial constitui uma das formas da universidade cumprir sua função social. Alguns pregam o ensino por meio de computador em substituição ao professor – pura tolice!!! Jamais uma máquina poderá cumprir a função de ensinar como aquele que consegue interpretar na expressão facial do aprendiz a dificuldade de compreensão. Tão pouco poderá realizar um diálogo que permita a tomada de decisão por uma estratégia de ensino mais eficiente. O olhar nos olhos, a fala amiga, o tutor que deseja o melhor para seu aluno, a ajuda na hora certa que nos ajuda a superar nossas dificuldades de aprendizagem, a busca por mostrar a beleza do conhecimento que se esforça para ensinar – isto é ser professor.

Sobre a opção pela *ciência*, licenciandos e professores escolhem por tratar de temas que intrigam o ser humano desde a mais remota antiguidade: quem somos? De onde viemos? Do que é feita a matéria? Por que a matéria se transforma, podendo até mesmo assumir o que chamamos de vida? Estas e outras questões nos levam a acreditar que já não nos basta ensinar *ciências*. Temos que ensinar também *sobre ciência* - como o conhecimento científico é produzido, quem são seus atores, quais as ferramentas e métodos utilizados em ciência, o significado de hipótese, de tese, de raciocínio lógico, de argumentação científica, etc. Mais uma vez, professores e não máquinas conseguem jogar luz sobre a obscuridade da qual me referia ao falar de negacionismo. Em outras palavras, professores me fazem lembrar do “mito (ou alegoria) da caverna”, tratado por Platão ao discutir o **conhecimento humano** no livro VII de “A República”. Com a imagem da caverna em mente vejo que nela são professores que nos convidam e estimulam a sair da caverna em busca de luz.

Mas nos dias atuais ensinar ciências não basta. Ao optarmos pelo magistério em Ciências da Natureza devemos questionar com nossos alunos sobre o que se compreende por *natureza*. Há várias formas de se fazer isto. Pessoalmente tenho algumas experiências interessantes produzidas pela relação com professores da educação básica. Por diversas vezes procurei provocar reflexões sobre *o que é a natureza* em alunos e colegas professores. Uma maneira interessante consiste em solicitar que as pessoas pensem na melhor imagem que julgam representar a natureza. Havendo tempo, podemos solicitar que desenhem esta imagem que lhes veem à mente. Sempre aparecem as árvores, pássaros (ou outros animais), rios, cachoeiras, montanhas e a combinação de duas ou mais destas coisas. De fato, algumas destas imagens (principalmente quando desenhadas) são muito bonitas e eu mesmo não teria habilidade de desenhá-las com tamanha riqueza.

No entanto, é curioso observar que, depois de realizar este exercício por incontáveis vezes, **nunca** me foi apresentada uma imagem que inclui o ser humano. É curioso notar a cara de surpresa quando perguntamos o motivo e apresentamos algumas questões pertinentes. Não somos parte da *natureza* que ensinamos? Fenômenos químicos e biológicos naturais não ocorrem em nosso corpo? A vida humana será tão diferente da vida dos outros seres vivos que podemos considerá-la não natural?

Como é bom provocar reflexões sobre questões tão importantes para a docência em ciências. Como é bom entendermos que somos a *única* parte da natureza que consegue questionar a *própria* natureza na tentativa de compreendê-la melhor. Como é bom entender que fazendo parte da natureza – uma pequeníssima parte – nunca seremos observadores *externos* a ela e que este fato nos impõe certas limitações.

Até onde conhecemos, nosso pensamento é produzido por neurônios, que nada mais são do que arranjos celulares formados por moléculas e íons em um nível de organização sem dúvida fantástico. Mas continuamos sendo matéria, embora nossos neurônios tenham desenvolvido a capacidade de promover a curiosidade. Curiosidade que representa a força

motriz da ciência. Curiosidade que os professores procuram despertar em seus alunos quando tratam dos fenômenos naturais. Por mais importantes que sejam os livros e mais do que toda a sabedoria que eles guardam, o conhecimento levado adiante é uma tarefa da inteligência e mais uma vez apenas os professores bem preparados poderão executar esta tarefa com qualidade.

Ciente de que outras inquietações ocupam a mente do leitor quando tratamos da formação de professores de ciências, me alegro o fato de que diante das dificuldades apresentadas pelos atuais governantes, continuamos na luta para levar o conhecimento adiante, sem esmorecer, sem nos rendermos diante dos desafios de tornar realidade um ensino de ciências de qualidade para todos os brasileiros. Os vinte e um autores desta obra são parte importante desta luta e se debruçaram sobre o que se tem pesquisado na área de ensino de ciências para dividir, com você leitor, o conhecimento produzido por eles próprios e por outros membros da comunidade científica. Não será a inanição de um Ministério da Educação, que sequer consegue elaborar uma política pública para nossos professores ou para a formação dos mesmos, que porá a perder todo esse esforço e aprendizado produzido por pesquisadores que continuam fazendo sua parte. O conhecimento continuará sendo levado às novas gerações.

Finalizando, nesta obra são apresentados temas interessantes também para professores em exercício. Espero que o leitor seja provocado por esta leitura a refletir sobre os temas que coloco neste prefácio, assim como por outros que me fogem neste momento.

São Carlos, 15 de dezembro de 2020.

Apresentação

Gustavo Bizarria Gibin

Jackson Gois

Esta coletânea de artigos é resultado do trabalho de vários pesquisadores de universidades públicas de nosso país acerca do tema da Formação Docente. O foco dos artigos está apoiado na formação inicial docente, em artigos com olhar direcionado para os processos formativos durante a formação inicial, ou em artigos cujo foco está no ensino básico, mas cuja pesquisa é vivenciada em continuidade à formação inicial docente, em programas de Pós-Graduação que possibilitam que professores já formados possam se aprofundar em questões de pesquisa típicas da área de Ensino.

Os onze artigos que compõem a coletânea agregam 21 pesquisadores das cinco regiões do país, o que mostra abrangência e diálogos sobre a formação docente. O título da coletânea expressa as reflexões apresentadas em seus aspectos epistemológicos e metodológicos. As concepções e práticas exploradas nos textos pelos autores procuram articular os conhecimentos elaborados na área de Ensino com outros saberes, próprios das Ciências da Natureza e da Filosofia.

Nesse sentido, se procura superar a mera racionalidade técnica como fundamento da formação docente, sem desprezar a importância do conhecimento científico como saber fundamental para professoras e professores de Ciências. Como na História do conhecimento científico nas diversas áreas de conhecimento, o resultado é a subversão de concepções e superação de reducionismos, como o indutivismo ingênuo, por exemplo, de forma que é necessário mais do que conhecimentos de conteúdos

escolares para promover a aprendizagem em espaços formais e não formais de ensino e aprendizagem.

Os onze artigos são apresentados em uma ordem que mostra, primeiramente, os textos com foco em materiais e sequências didáticas, que são os capítulos 1 a 5. Nesse caso, possíveis práticas relacionadas à formação docente em Ciências são descritas pelos autores. Em seguida, os próximos seis capítulos mostram elementos ligados às concepções presentes na formação docente em Ciências, especialmente em dois aspectos distintos e complementares, que são a motivação e as questões curriculares. Apresentamos resumidamente cada capítulo nos parágrafos seguintes.

No primeiro capítulo, Adriana da Silva Posso (UFMS) e Marcelo Giordan (USP) descrevem e analisam os resultados de uma pesquisa em que foram investigados o planejamento e a produção de sequências didáticas na formação inicial de professores de Química. Os autores utilizam como base teórica a Teoria da Aprendizagem Expansiva, que possibilita a análise das interações sociais no contexto da formação de professores.

No capítulo 2, Alessandra da Conceição Zanin (UFPR), Aline Kundlatsch (UFPR) e Camila Silveira (UFPR) realizam uma pesquisa documental e analisam os trabalhos publicados nos anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) de 2011 a 2019. As autoras procuram focalizar sua análise em trabalhos que convergem na direção da produção de materiais didáticos na formação inicial ou continuada de professores de Ciências. O referencial teórico utilizado foi o de saberes docentes, em que diversos tipos de saberes são delimitados como importantes para a formação docente.

A seguir, Rubens Luiz Rodrigues (UNESP) e Moacir Pereira de Souza Filho (UNESP) descrevem, no terceiro capítulo, os processos de construção e aplicação de uma sequência didática de queda livre para o Ensino de Física no Ensino Médio. Os autores descrevem como utilizaram uma ferramenta computacional para elaborarem a sequência didática e como a

proposta foi aplicada em uma escola pública do interior do estado de São Paulo.

No quarto capítulo, Wesley Cabral de Oliveira (UEL), Marcelo Maia Cirino (UEL) e Ourides Santin Filho (UEM) descrevem processos de elaboração de significados a partir do uso de ferramentas tecnológicas para o ensino de Ciências. O conteúdo escolhido foi o estudo dos gases e os autores utilizaram uma ferramenta computacional disponível gratuitamente na internet. Os autores aplicaram a sequência didática em uma escola pública do interior do Paraná e descrevem as respostas obtidas com estudantes de Ensino Médio.

No capítulo 5, Rebeca Zuliani Galvão (UNESP) e Gustavo Bizarria Gibin (UNESP) descrevem as concepções de alunos do ensino básico acerca de atividades investigativas em Química. Em especial, os autores enfatizam a importância dos aspectos de interação social presentes nas concepções dos estudantes após participarem de uma sequência didática sobre o tema. Os autores aplicaram a sequência didática em uma escola pública do interior de São Paulo.

Na segunda parte da coletânea, em que estão agrupados os artigos que tratam de importantes concepções acerca da formação docente, o sexto artigo é escrito por Lucas Muller (UFPR) e Maria das Graças Cleophas (UNILA). Os autores articulam importantes relações entre as concepções de gamificação e motivação. Com vistas em contribuir com a elaboração de uma didática de jogos, os autores relacionam as possíveis concepções de gamificação com as teorias de aprendizagem com foco motivacional.

O sétimo artigo é escrito por Ricardo Castro de Oliveira (IFSP) em que o autor expõe as bases para a compreensão sobre a importância da motivação para o Ensino de Ciências. O autor detalha as bases da teoria da autodeterminação e os diversos tipos de regulação envolvidas. O autor também detalha como as necessidades psicológicas básicas são importantes para a motivação, e tece possíveis relações com o ensino de Ciências.

Em seguida, Jackson Gois (UNESP) e Marciana Catanho (UNESP) descrevem no oitavo artigo as possíveis relações entre motivação e internalização. A concepção de internalização é obtida da Teoria da Ação Mediada, de origem sociocultural, e está presente também nos referenciais teóricos de motivação. Com isso, os autores procuram construir possíveis pontes teóricas entre a Teoria da Ação Mediada e a Teoria da Auto-Determinação, de maneira a aproximar e relacionar os construtos descritos por ambas as teorias.

No capítulo 9, Luciana Rage Xavier (UFAM) e Sidilene Aquino de Farias (UFAM) destacam elementos de duas versões de currículos do curso de Licenciatura em Química da UFAM. As autoras destacam os elementos de interdisciplinaridade das versões de currículo de 2005 e 2016, apontando aspectos da formação docente. As concepções de currículo integrado são descritas em termos de concepção de interdisciplinaridade, articulação de conhecimentos, integração de conhecimentos e perfil do egresso.

O capítulo décimo é escrito por Marcos Antonio Pinto Ribeiro (UESB) e destaca aspectos filosóficos da Educação em Química, especialmente quanto ao fato de esta área ser um campo em formação. O autor destaca as possíveis aproximações entre Filosofia da Química e Educação em Química, os objetivos científicos diferenciados da Química, os elementos curriculares característicos da Química. Também é relevante no artigo a descrição de possíveis categorias transversais presentes no pensamento químico que merecem destaque no currículo, bem como os aspectos que devem ser enfatizados na formação superior em química.

Por fim, Marcelo de Freitas Lima (UNESP) e Jackson Gois (UNESP) escrevem o décimo-primeiro capítulo sobre abordagem investigativa na formação de professores de química. Neste artigo, os autores procuram destacar de que maneira a literatura da área de ensino descreve a utilização da abordagem investigativa em disciplinas de na formação de profissionais da Química. Os autores destacam, primeiramente, as disciplinas de Química em que a abordagem investigativa pode ser

utilizada. Em seguida, os autores descrevem possibilidades de uso presentes na literatura em que abordagem investigativa é utilizada em disciplinas de Educação em Química. Os autores concluem que é necessário que a abordagem investigativa seja utilizada nas diversas disciplinas dos cursos de Química para promover uma formação docente adequada.

Nosso desejo é que estes artigos possam promover uma reflexão que contribua com a formação docente cidadã, democrática, plural e inclusiva, mesmo que isso signifique desapego a concepções filosóficas equivocadas, sejam elas institucionalmente enraizadas ou presentes na sociedade como um todo.

Capítulo 1

O planejamento e a produção de sequências didáticas na formação inicial de professores através das lentes da teoria da aprendizagem expansiva

*Adriana da Silva Posso*¹

*Marcelo Giordan*²

O objetivo deste texto é apresentar as contribuições da pesquisa que investigou o planejamento e a produção de sequências didáticas na formação inicial de professores de Química tendo a Teoria da Atividade Histórico-Cultural (TACH), especificamente a Teoria da Aprendizagem Expansiva, como lente teórica capaz de subsidiar o processo de aprendizagem que ocorreu na sala de aula. A referência utilizada para a produção de sequências didáticas é o Modelo Topológico de Ensino (MTE), ferramenta teórico-metodológica derivada da Teoria da Ação Mediada que possibilita “a organização do ensino no cotidiano da sala de aula e que está articulado a ela nos diversos estágios da vida escolar” (GIORDAN, p. 291, 2013). A Teoria da Ação Mediada de James Wertsch (1999), que tem suas raízes na psicologia marxista de Vygotsky, na filosofia da linguagem de Bakhtin e no dramatismo de Burke, foca suas atenções na mediação que acontece nas interações sociais e que é realizada por ferramentas produzidas e internalizadas na cultura.

¹ Doutoranda em Ensino de Ciências (Universidade de São Paulo). Docente do Instituto de Química da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil. Integra o Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. adriana.posso@ufms.br. O presente trabalho foi realizado com apoio da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS/MEC - Brasil.

² Docente da Universidade de São Paulo. Coordena o Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. giordan@usp.br.

Pelo MTE, uma sequência didática (SD) é um “conjunto de atividades de ensino articuladas e organizadas de forma sistemática em torno de uma problematização central” (GIORDAN; GUIMARÃES, p. 14, 2012). Esta definição de SD está afinada com a dimensão de recurso didático e de metodologia de ensino que visam instrumentalizar os professores para melhor exercer sua atividade profissional (GALIAZZI et al., 2001; LIMA; VASCONCELOS, 2006). Contudo, nossa pesquisa identificou que a metodologia de produção de SD nas disciplinas investigadas ganhou outras dimensões e foi se transformando ao longo processo que teve seu início na apresentação da fundamentação teórica e encerrou-se na avaliação da aplicação da SD. Compreender o processo de transformações sucessivas da SD e como tais transformações podem repercutir na formação inicial de professores é um dos objetivos deste texto. Nosso segundo objetivo é contribuir para o desenvolvimento de novas pesquisas na área da Educação Química.

Nas últimas décadas, os grupos de pesquisa em Educação Química sediados em diferentes universidades brasileiras vêm se multiplicando e somando esforços

no sentido de incrementar a pesquisa na área, como um todo, aprofundar e diversificar as linhas de pesquisa, formar novos pesquisadores, produzir investigações em conjunto com a escola de educação básica, visando aperfeiçoar a prática dos professores e envolvê-los em ações coletivas de ensino, pesquisa e extensão (RITTER et al., 2019, p. 56).

O grupo LAPEQ³ é um exemplo desse esforço coletivo na área da Educação em Ciências e o MTE tem influenciando diretamente ou indiretamente as pesquisas que trataram da produção de significados em situações de usos de computadores (PINHEIRO, 2007; POSSO, 2010; GIORDAN, 2013), de ambientes virtuais de ensino e representações estruturais (GOIS, 2007), da multimodalidade e representação de

³ LAPEQ, Laboratório de Ensino de Química e Tecnologias Educativas. Endereço eletrônico: <http://www.lapeq.fe.usp.br/>.

estrutural (SILVA NETO, 2016; AIZAWA, 2017), do planejamento do ensino e multimodalidade (SGARBOSA, 2018), do planejamento de ensino e divulgação científica (LIMA, 2016; TARGINO, 2017), da avaliação em sequências didáticas (MACENO, 2020), de ciclos de aprendizagem expansiva na formação continuada de professores on-line (NERY, 2014; LIMA, 2016).

Sobre a temática da formação de professores e os esforços para divulgar os resultados obtidos nas pesquisas, Razena (2016, p. 851) constatou a consolidação das pesquisas acadêmicas relacionadas a formação de professores e que os trabalhos empíricos e práticos preponderam nos artigos de divulgação da área de Educação em Ciências. Embora se questione o quanto os resultados das pesquisas influenciam nos currículos dos cursos de Licenciatura e nas formações continuadas (BASTOS, 2017, p. 299), existem exemplos de experiências concretas de teorias e metodologias de ensino que são levadas para a formação inicial e continuada de professores, como no caso das pesquisas desenvolvidas no LAPEQ.

Na formação de inicial de professores de Química nosso interesse se localiza no processo de planejamento e produção de sequências didáticas (SD), porque as propriedades da SD permitem considerá-la uma potencial ferramenta mediadora da atividade pedagógica, que “se constitui como a unidade dialética entre duas atividades específicas: a atividade de ensino, própria do educador, e a atividade de estudo, própria dos estudantes” (BERNARDES; ASBAHR, 2007, p. 333). A proposição das autoras está alinhada à corrente teórica da qual compartilhamos seus princípios e compreensão sobre os processos de aprendizagem e de desenvolvimento humano, a Teoria da Atividade Histórico-Cultural (TACH) ou *Cultural-Historical Activity Theory* (CHAT).

A CHAT fornece subsídio teórico e ferramentas práticas para análise das relações e interações sociais em contextos sociais específicos, que é o caso da formação de professores (WILSON, 2014). Por meio da CHAT, os pesquisadores podem analisar as tensões e as contradições que se

estabelecem entre o ambiente universitário e o ambiente escolar (MCNICHOLL; BLAKE, 2013); podem analisar os impactos da implementação de inovações metodológicas e instrumentais no planejamento do ensino e na aplicação das aulas (RUSSELL; SCHNEIDERHEINZE, 2005); e podem investigar o planejamento do ensino na formação inicial considerando diferentes aspectos da organização do ensino e as contradições entre as expectativas dos alunos e dos professores em relação às aulas aplicadas nos estágios (RODRIGUES et al, 2010). Nosso interesse de pesquisa se encontra na formação inicial de professores de Química, quando os licenciandos planejam e produzem SD seguindo a metodologia de ensino que é aplicada em duas disciplinas do curso de Licenciatura em Química da Universidade de São Paulo.

Depois desta introdução, estruturamos o texto para apresentar a relação entre a organização do ensino e a resolução de problemas na perspectiva da CHAT. Seguiremos abordando a Teoria da Aprendizagem Expansiva (TAE), que é a teoria que orienta nossas análises e que compartilha de princípios teóricos que encontramos na Teoria da Ação Mediada, teoria que subsidia o MTE e a produção de SD. Na sequência, descrevemos a metodologia desenvolvida na pesquisa e passaremos apresentação de nossa reinterpretação do processo de planejamento e produção de SD à luz da TAE. Concluiremos o texto com apontamentos relacionados a importância da resolução do problema e o processo histórico vivenciado pelos licenciandos.

A organização do ensino e a resolução de problemas

Organizar o ensino é organizar uma atividade cujo objeto é o ensino e pela Teoria da Atividade, pois

a primeira condição de toda a atividade é uma necessidade. Todavia, em si, a necessidade não pode determinar a orientação concreta de uma atividade, pois é apenas no objeto da atividade que ela encontra a sua determinação: deve, por assim dizer, encontrar-se nele. Uma vez que a necessidade encontra a sua

determinação no objeto (se “objetiva” nele), o dito objeto torna-se motivo da atividade. (LEONTIEV, 1978, p. 107-108)

O problema gera a necessidade que orienta a realização de uma atividade. Quando a necessidade gerada pelo problema encontra a sua determinação no objeto, este se torna o motivo da atividade. O objeto é uma característica constitutiva da atividade e, para Leontiev (1978), o objeto é duplamente constituído na atividade: como objeto a ser transformado ou produzido na atividade e como suas representações em mentes individuais. Na atividade coletiva, todos os sujeitos precisam compartilhar do mesmo objeto.

A educação escolar é uma atividade coletiva, portanto, estudantes e professores precisam compartilhar o mesmo objeto. Uma forma de criar um objeto compartilhado na sala de aula é propondo problemas sociocientíficos que geram a necessidade de realização da atividade de aprendizagem planejada pelo professor e desenvolvida pelos estudantes, e que orienta para o objeto da atividade. Na formação de professores, a reflexão sobre o objeto da atividade é essencial para um planejamento do ensino que tem como referência teórica e metodológica a CHAT.

Nos diálogos reflexivos, as representações dos estudantes-professores e dos mentores são voltadas para o exterior e, possivelmente, aumentadas na interação com representações alternativas. Enquanto o motivo está ligado à atividade (aprender a ensinar), os sentidos tomados nas ações reflexivas correspondem ao objetivo, entendido como a instanciação empírica do objeto em determinadas ações (ou seja, aprender a executar operações particulares no ensino ou expandir compreensão) (OTTESEN, 2007, p. 33, tradução nossa).

Vemos que na formação de professores, o motivo dos diálogos reflexivos entre estudantes-professores (licenciandos) e os mentores (professor das disciplinas didáticas) está vinculado à atividade de aprendizagem – aprender a ensinar – cujo objeto é o ensino. Quando a reflexão é voltada para os objetivos do planejamento, o que teremos é uma

reflexão sobre ações que possibilitam a execução da atividade e sobre operações necessárias para o desenvolvimento das ações.

Aproveitamos esta discussão sobre atividade e ação, objeto e objetivo para diferenciar alguns termos importantes que fazem parte da estrutura da atividade. A operação é o método em que a ação é concluída e não precisa estar necessariamente relacionada a condições conscientes e refletidas pelo sujeito. A ação está relacionada a metas conscientes, é o processo em que motivo e objetivo não coincidem. O objeto define uma atividade, é o motivo verdadeiro da atividade. No caso do planejamento da SD, o problema é um elemento organizador do ensino e seu emprego impulsiona a necessidade de realização de ações que visam, por exemplo, o ensino de conceitos científicos e sua relação com temáticas sociocientíficas. A necessidade gerada pelo problema sociocientífico encontrará a sua determinação no objeto “ensino de conceitos científicos” e este objeto se tornará o motivo da atividade. Na continuidade desse raciocínio podemos ter um problema gerando tanto a necessidade quanto o motivo da atividade. Focando no planejamento do ensino de ciências, o problema sociocientífico para o professor é um elemento organizador do ensino e um gerador de motivo e engajamento dos estudantes em uma atividade cujo resultado esperado é a aprendizagem de conceitos científicos.

Desta forma, a reflexão sobre o objeto da atividade é essencial para a organização do ensino. Na metodologia de ensino, subsidiada pelo Modelo Topológico de Ensino (GIORDAN, 2013), é necessário discutir e refletir sobre a importância do problema no planejamento, nos processos de ensino e de aprendizagem para que o professor possa tomar consciência do trabalho que ele realiza e passe a operar voluntariamente com as suas próprias habilidades. Assim, as habilidades dos futuros professores “se transferem do plano inconsciente e automático para o plano arbitrário, intencional e consciente” (VYGOTSKY, 2001, p. 320) na forma de planos de ensino, de materiais didáticos desenvolvidos pelos professores e na condução das aulas.

O contexto de nossa investigação se caracteriza como processos de pensamento distribuídos temporalmente entre os participantes da atividade coletiva e nos instrumentos utilizados pelos sujeitos, por isso, as características da investigação exigiram uma abordagem longitudinal “em atividade de trabalho como ensino, pensamento, planejamento e solução de problemas, que muitas vezes procedem por meio de uma sequência de etapas entre as quais pode haver períodos de tempo consideravelmente longos” (ENGESTRÖM, 1994, p. 48, tradução nossa).

O processo de construção do pensamento na CHAT deve ser entendido em “atividades coletivas orientadas a objetos e mediadas por artefatos que evoluem e mudam ao longo do tempo” (ENGESTRÖM, 1994, p. 47, tradução nossa). Nas disciplinas investigadas, a aprendizagem dos estudantes foi desenvolvida em atividades coletivas orientadas para o planejamento do ensino e mediadas por referenciais teóricos e metodológicos oriundos da teoria histórico-cultural. A evolução e a mudança dos objetos das atividades desenvolvidas pelos sujeitos da pesquisa nos permitem entender a estrutura e a dinâmica da aprendizagem. Para construir esse entendimento, precisamos investigar aspectos de atividades históricas concretas com sujeitos, objetos e instrumentos específicos em contextos específicos (ENGESTRÖM, 2016).

A terceira geração da Teoria da Atividade

A Teoria da Aprendizagem Expansiva é um desdobramento da Teoria da Atividade nos moldes como foi apresentada ao Ocidente a partir da década de 1960. Libâneo resume o desenvolvimento da Teoria da Atividade em três gerações:

A primeira geração está concentrada nos trabalhos de Vygotsky, quando se formula o conceito da atividade como mediação, gerando o modelo triangular da relação do sujeito com o objetivo mediado por artefatos materiais e culturais; a segunda toma por base a formulação de Leontiev, avançando na distinção, no conceito de atividade, de ação coletiva e ação individual, e

estabelecendo a estrutura da atividade; a terceira, proposta pelo próprio Engeström (...) parte do modelo triangular de Vygotsky, expandindo-o para um modelo do sistema da atividade coletiva. (LIBÂNEO, 2004, p. 9)

As três gerações da Teoria da Atividade são marcadas pelo desenvolvimento da compreensão da relação entre a mediação instrumental e a atividade humana. A cada geração o conceito de atividade ganha nova interpretação, a geração de Vygotsky interpretou a atividade como sendo do indivíduo e a geração de Leontiev interpretou a atividade sendo coletiva diferenciando ações individuais e coletivas. Na geração de Engeström a atividade passa a ser vista como

uma formação coletiva, sistêmica, que possui uma estrutura mediacional complexa. As atividades não são eventos ou ações de curta duração que têm um início e um fim temporalmente definidos. São sistemas que produzem eventos e ações, e evoluem em longos períodos de tempo sócio-histórico (ENGESTRÖM, 1994, p.47, tradução nossa).

A complexa estrutura mediacional, teorizada por Engeström, nos apresenta o sistema de atividade como um modelo geral da atividade humana que incorpora e interliga os níveis individual e social (ou coletivo). O sistema de atividade é representado como um triângulo de múltiplas mediações (Figura 1) que expande o modelo triádico da mediação instrumental, *sujeito-ferramenta mediacional-objeto*, proposto por Vygotsky.



Fonte: Engeström (1994, p. 48).

O modelo de Sistema de Atividade (SAT) revela as múltiplas mediações que ocorrem em uma atividade. No topo do modelo triangular estão o *sujeito* e o *objeto* mediados por *instrumentos*, que incluem símbolos e outras formas de representação. Na parte inferior, temos as *regras*, a *comunidade* e a *divisão do trabalho*, que são os mediadores sociais menos visíveis da atividade.

O modelo proposto por Engeström respeita premissas propostas por Leontiev como: trabalho humano é toda atividade humana cooperativa, por isso podemos falar de atividade do indivíduo, mas não podemos nos referir à atividade individual; a atividade não é uma soma de ações, mas uma cadeia de ações. Uma ação pode satisfazer várias atividades e ser transferida de uma atividade para outra e um motivo pode ser expresso em vários objetos e ações (ENGESTRÖM, 2016).

Cinco princípios resumem a Teoria da Aprendizagem Expansiva (ENGESTRÖM, 2001):

I) A unidade principal de análise é o sistema de atividade coletiva, mediado por artefatos e orientado a objetos, visto em suas relações de rede com outros sistemas de atividade.

II) As múltiplas vozes, pontos de vista, tradições e interesses da comunidade, a divisão do trabalho e as diferentes posições dos participantes e a expressividade múltipla das redes de sistemas de atividade em interação são fontes de problemas e de inovação.

III) Através da historicidade se entende que os sistemas de atividade tomam forma e são transformados em longos períodos de tempo. Seus problemas e potenciais só podem ser entendidos em relação à sua própria história, que precisa ser estudada como história local da atividade, dos seus objetos, das ideias e das ferramentas teóricas que moldaram essa atividade.

IV) O papel central das contradições como fontes de mudança e desenvolvimento, que se acumulam historicamente em tensões estruturais dentro e entre os sistemas de atividade.

V) O potencial de transformações expansivas nos sistemas de atividade, que passam por ciclos relativamente longos de transformações qualitativas. A transformação expansiva acontece quando o objeto e o motivo da atividade são reconceitualizados para atender um horizonte de possibilidades mais amplo do que no modo anterior da atividade.

A teoria proposta por Engeström está fortemente ligada ao Método desenvolvido por Marx para investigar a sociedade burguesa. O conceito de contradições internas, apresentado no quarto princípio e que está presente do Método de Marx, é proposto como força motriz de transformação dos SAT (LIBÂNEO, 2004). Possíveis fontes de contradições, como as múltiplas vozes, pontos de vista, tradições e interesses da comunidade, a divisão do trabalho e as diferentes posições dos participantes e a expressividade múltipla das redes de SAT em interação, são indicadas no segundo princípio da teoria.

A teoria da aprendizagem expansiva e as contradições

Engeström diz que “entre os componentes do sistema (de atividades) existem transformações contínuas” e que “o sistema de atividade se reconstrói incessantemente” (ENGESTRÖM, 1994, p.47). As transformações que ocorrem no SAT decorrem da transformação do objeto da atividade. Na TAE, Engeström caracteriza o processo de transformação da atividade e associa a esta transformação o processo de aprendizagem. A transformação do SAT, como veremos a seguir, está relacionada com as contradições que se encontram no interior das atividades humanas. Para discutirmos o conceito de contradição e sua relação com a atividade humana precisamos nos concentrar nas proposições teóricas que estão no cerne da TAE.

As contradições geram o processo de movimento e transformação da sociedade e de sua história. A dinâmica das transformações sociais e históricas é gerada pelas contradições e pela superação das contradições,

que se manifestam em saltos qualitativos obtidos na superação de uma contradição e podem dar origem a uma nova contradição. “Dentro da estrutura de qualquer atividade produtiva específica, a contradição é renovada com o conflito entre ações individuais e o sistema de atividade total (ENGESTRÖM, 2016, p. 109). O autor indica que a contradição fundamental surge na divisão do trabalho e teoriza quatro níveis ou camadas de contradições que podem ser analisadas na atividade humana. A *contradição primária* emerge do seio das relações internas do sistema de atividade e se estabelece entre elementos ou nós do sistema de atividade, por exemplo, a contradição básica do sistema capitalista, descrita por Marx, que se estabelece entre o valor de troca e o valor de uso.

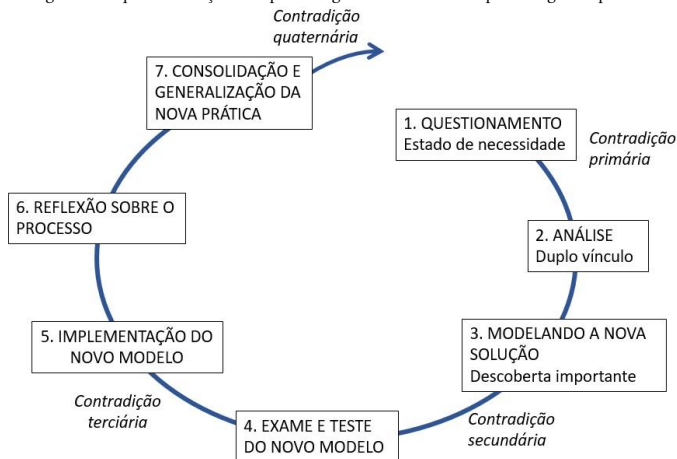
A *contradição secundária* se apresenta entre os ângulos do sistema de atividade, por exemplo, a divisão do trabalho que dificulta a possibilidade de avanço pelo uso de novos instrumentos. A *contradição terciária* surge entre um recém-estabelecido modo de atividade e os aspectos remanescentes do modo de atividade anterior. E a *contradição quaternária* se expressa no conflito entre a nova atividade (ou a atividade reorganizada) e as atividades vizinhas.

As contradições não são apenas características inevitáveis da atividade como indicamos anteriormente. Elas carregam “o princípio de seu automovimento e [...] a forma na qual se lança o desenvolvimento” (ILIENKOV, 1977, p. 330 apud ENGESTRÖM, 2016, p. 117). Sendo assim, as contradições impulsionam um automovimento de mudanças que podem resultar no processo de transformação e formação de um novo sistema de atividade.

Retomando nossa discussão sobre a resolução de problemas e o planejamento do ensino, a utilização do problema pode levar a expansão da aprendizagem quando as ações dos estudantes vão além de respostas predefinidas, cujo objetivo é conquistar uma nota (valor de uso do conhecimento escolar). Uma aprendizagem é considerada expansiva quando ocorre a expansão ou a transformação do objeto da atividade. Na aprendizagem expansiva, “os estudantes aprendem algo que não está

ainda lá” (ENGESTRÖM, 2016, p. 370). Como se trata de um processo que ocorre em fases, estas ocorrem de formas “expansivas e não expansivas, passos para frente e para trás e digressões da expansão do objeto de atividade” (ENGESTRÖM et al., 2013, apud RANTAVUORI et al., 2016, p. 5, tradução nossa).

Figura 2- Sequência de ações de aprendizagem em um ciclo de aprendizagem expansiva



Fonte: Os autores, adaptado de Engeström (2016, p. 385).

Na figura 2 temos o ciclo geral de expansão, que Engeström propôs com base nas ações de aprendizagem de Davydov (1982) e nas fases da zona de desenvolvimento proximal (ZDP) reinterpretada por Engeström. São seis as ações de aprendizagem de Davydov que constituiriam o ciclo de aprendizagem (ENGESTRÖM, 2016, p. 211): 1) transformar a situação para descoberta da relação geral do sistema em questão; 2) formular a relação em questão em uma forma material, gráfica e simbólica; 3) transformar o modelo de relação por meio do estudo de suas propriedades, em sua forma original; 4) deduzir e criar uma série de problemas práticos e concretos possuindo um método geral de solução; 5) controlar as ações precedentes; 6) avaliar a aquisição do método geral [...].

Engeström reformulou o conceito de ZDP a partir da interpretação do desenvolvimento humano como a produção real de novos sistemas de atividade social (ENGESTRÖM, 2013, p. 198). A ZDP para Engeström é “a

distância entre as ações cotidianas dos indivíduos e as formas historicamente novas da atividade social que podem ser geradas coletivamente como uma solução para o duplo vínculo potencialmente incorporado nas ações cotidianas” e o duplo vínculo (*double bind*) é “uma contradição que intransigentemente exige instrumentos qualitativamente novos para sua resolução” (ENGESTRÖM, 2013, p. 199).

A *primeira ação* expansiva é o questionamento que se caracteriza por um estado de crise ou um “estado de necessidade” de mudança e gera contradições primárias no interior do SAT. A *segunda ação* é a análise da situação, que “envolve transformação mental, discursiva ou prática para descobrir causas ou mecanismos exploratórios” (ENGESTRÖM, 2016, p. 383). A ação de análise está associada à contradição secundária, que produz desajustes e tensões entre dois ou mais nós do sistema de atividade. A *terceira ação* é a modelagem de uma nova ideia que explica ou soluciona de modo simplificado a situação problema da ação anterior. Na *quarta ação* são realizados o exame e o teste do modelo desenvolvido na terceira ação para entender sua dinâmica e seus potenciais e limitações. O modelo é examinado, testado e operacionalizado para se entender seu funcionamento. Na *quinta ação* acontece a implementação do novo modelo por meio de aplicação prática, enriquecimento e extensões conceituais. Contradições terciárias emergem entre o modo da nova atividade e modo remanescente da atividade anterior. A *sexta e a sétima ações* são “a reflexão sobre e a avaliação do processo e a consolidação e generalização dos resultados da nova prática” (ENGESTRÖM, 2016, p. 383). Entre a nova atividade e o(s) SAT vizinho(s) se estabelece(m) a contradição quaternária.

O ciclo de aprendizagem expansiva esquematiza uma sequência de ações que levam à transformação do SAT, ou seja, a transformação do objeto da atividade. Nas palavras de Engeström (2016, p. 208):

a nova atividade concretizada nunca é qualitativamente a mesma que os representantes das fronteiras avançadas haviam planejado. Isso significa também que, em sua modéstia, os termos “aplicação e generalização” sustentam a verdadeira essência da criação e da surpresa.

Para Engeström, o ensino e a aprendizagem se movem na ZDP quando se desenvolvem historicamente novas formas de atividade e não quando visam a aquisição de “formas socialmente existentes ou dominantes como algo individualmente novo” (ENGESTRÖM, 2016, p. 208). Nesta perspectiva, o objetivo da prática de ensino passa a ser o desenvolvimento histórico de novas formas de atividades que visam a vida dos estudantes fora da sala de aula.

Como demonstrado, as contradições impulsionam a transformação dos SAT e a teoria da aprendizagem expansiva prevê que quatro níveis de contradições fazem parte das fases do ciclo de aprendizagem expansiva. As transformações expansivas são qualitativas e acontecem quando o objeto e o motivo da atividade são reconceitualizados. Também vimos que o problema pode ser um elemento organizador do ensino e gerador da necessidade que encontrará a sua determinação no objeto da atividade. Além disso, um problema aberto pode ser fonte de contradição secundária localizadas no objeto do SAT. É na relação entre as contradições impulsionadas pela resolução de problemas abertos na formação inicial de professores que localizamos o recorte de nossa pesquisa.

Contexto da Pesquisa

As disciplinas de Metodologia do Ensino de Química I (MEQ I) e Metodologia do Ensino de Química II (MEQ II) forneceram o cenário para nossa investigação. As disciplinas são ofertadas anualmente aos licenciandos do curso Licenciatura em Química do Instituto de Química da USP e os sujeitos investigados cursaram as duas disciplinas em 2017 e 2018 nos períodos vespertino e noturno, respectivamente. Registramos as aulas do mesmo professor nos dois anos, porque ele orienta sua prática docente a partir do referencial histórico-cultural e pelo MTE.

Cada disciplina tem carga-horária total de 60 horas de aulas teórico-práticas e 60 horas de Estágio Supervisionado. Apesar de não fazer parte

do contexto da investigação, o Estágio foi importante para a pesquisa, porque a elaboração do planejamento da SD necessita da caracterização dos estudantes, da escola e da comunidade escolar. As SD foram planejadas para ter duração de 8 aulas (em 2017) e 4 aulas (em 2018), as atividades previstas em cada aula foram planejadas em grupos sob a orientação do professor da disciplina e seguindo a metodologia derivada do MTE.

As disciplinas investigadas

As disciplinas estão organizadas em quatro módulos desenvolvidos ao longo de dois semestres. Os cronogramas das disciplinas apresentaram aos estudantes os períodos de início e encerramento de cada módulo e as atividades previstas para cada aula. A MEQ I é composta pelos Módulos I e II e a MEQII é composta pelos Módulos III e IV.

- Módulo I: Apresentação e discussão dos fundamentos teóricos e metodológicos.

O MTE é ferramenta metodologia derivada da Teoria da Ação Mediada que acreditamos ser “capaz de subsidiar a organização do ensino no cotidiano da sala de aula e que está, portanto, articulado à organização do ensino nos diversos estágios da vida escolar” (GIORDAN, 2013, p. 290). A sala de aula é concebida “como um organismo social com cultura e identidade próprias, na qual se realizam ações entre pessoas com diferentes visões de mundo” (GIORDAN, 2013, p. 289). Esse modelo apresenta três eixos estruturadores - *atividade*, *conceito* e *tema* – que são utilizados para organizar os diferentes estágios da vida escolar: atividade, a aula, a sequência de aulas, o módulo de ensino, a série escolar, ciclo e vida escolar. Aqui, a atividade não deve ser confundida com o conceito de atividade humana da Teoria da Atividade, é a unidade fundamental da organização do ensino do MTE e a sequência didática (SD) é a unidade organizadora das ações do professor na sala de aula. Uma sequência didática é composta por uma ou mais aulas e “deve ser capaz de desenvolver narrativas para resolver problemas, interpretar fenômenos,

propor modelos explicativos, entre outros propósitos pertinentes” (GIORDAN, 2014, p. 1). Além da análise e reflexão suscitadas pela bibliografia da disciplina, os licenciandos realizaram a análise de episódios de ensino, extratos de registro em vídeo de SD aplicadas por licenciandos que cursaram as MEQ I e II em anos anteriores. A análise dos episódios de ensino aproximou os licenciandos da proposta de organização de SD do MTE e introduziu a metodologia de análise da sala de aula e das interações entre professor e alunos. Essa análise foi importante para a realização das atividades previstas para o Módulo IV da MEQII.

- Módulo II: Elementos da cultura científica e elaboração de sequência didática.

Neste módulo aconteceu a elaboração do plano da SD. As aulas foram divididas em duas partes. A primeira foi dedicada à discussão dos textos de referência e a segunda foi direcionada a um aspecto do planejamento do ensino que se encontrava nos textos de referência da aula. Os estudantes trabalharam em grupo e planejaram as SD seguindo etapas de planejamento. Na Etapa I da SD, os grupos definiram um tema, escolheram um título, caracterizaram do público alvo (estudantes, escola e comunidade escola) e apresentaram a problematização, problema sociocientífico relacionado ao ensino de Química. Na Etapa II, os grupos definiram os objetivos gerais da SD, os objetivos específicos e os conteúdos de cada aula. A Etapa III foi dedicada ao planejamento das atividades de cada aula, a avaliação da aprendizagem e apresentação da bibliografia utilizada.

- Módulo III: Produção de materiais didático e aplicações da SD.

O módulo foi iniciado com a revisão do plano da SD e seguiu com a produção de material didático do aluno, que foi entregue na aplicação da SD, e do material do professor, utilizado pelos licenciando durante as aulas. Os materiais didáticos se constituem como instrumentos viabilizadores a partir da proposta de SD planejada pelos grupos.

Os minicursos foram aplicados neste módulo em duas etapas. Uma prévia que possibilitou um teste da SD que permitiu a correção do plano e

dos materiais didáticos. A segunda aplicação que foi filmada e os registros foram utilizados no Módulo IV.

Os participantes das aplicações, que são os minicursos temáticos, foram estudantes do Ensino Médio (EM) de escolas públicas.

- Módulo IV: Análise, avaliação e reflexão sobre a aplicação da SD.

O módulo marcou o fechamento do processo de formação. Os registros das aplicações dos minicursos, resultados das avaliações da aprendizagem e as impressões dos licenciandos foram utilizados para avaliar a aplicação dos minicursos a partir do planejamento da SD. A análise, a avaliação e a reflexão do processo de planejamento, produção e aplicação de SD foram apresentadas em seminários e relatórios individuais e em grupo.

Sujeitos da pesquisa

Os sujeitos investigados foram os licenciandos de dois grupos, um grupo de 2017 e outro de 2018, que cursaram as duas disciplinas: 3 licenciandos do grupo de 2017 e 3 licenciandas do grupo de 2018.

Os sujeitos da pesquisa estavam concluindo o curso de Licenciatura e possuíam algum tipo de experiência com a docência. Independentemente da maior ou menor experiência docente, os licenciandos no final do curso tendem a tomar decisões e realizar as atividades considerando condições desafiadoras e próprias do trabalho docente, como: o tempo para planejar as aulas, a carga horária de trabalho dos professores, as exigências das escolas e os baixos salários. Esses desafios podem se manifestar como contradições da atividade docente e levar a tensões ou desequilíbrios nas atividades realizadas na sala de aula. Na seção de Resultados, apresentaremos trechos da transcrição da licencianda Ana (nome fictício da estudante que participou da pesquisa).

- Ana: cursava o último semestre a Licenciatura, tinha experiência com aulas particulares, como monitora em cursinho e em estágios das disciplinas do curso, era IC de um laboratório de Química Analítica,

pretendia seguir carreira acadêmica. Coursou as MEQ I e II em 2017. A Licenciatura em Química foi a primeira escolha no ingresso do vestibular, migrou para o Bacharelado em Química e retornou à Licenciatura por considerar que o conhecimento pedagógico seria importante para carreira docente no Ensino Superior.

Registro e análise dos dados

Foram utilizadas diferentes formas de registro ao longo de cada ano investigado: anotações sobre as observações das aulas, registro de áudio das aulas com gravador digital, os documentos digitais das versões das SD e dos materiais didáticos de cada grupo, cópias digitais dos relatórios individuais e dos grupos e registro em vídeo das aplicações dos minicursos. Além dos registros obtidos durante as aulas, foram realizadas entrevistas individuais adaptando a técnica da Lembrança Estimulada por Vídeo (LEV). Esta técnica prevê o uso de registros audiovisuais como uma memória externa capaz de estimular a reflexão e resgatar a intencionalidade de ações do entrevistado no contexto investigado. A ideia é capturar as estratégias utilizadas, a produção de sentido sobre a ação e a forma como os indivíduos exerceram um tipo de atividade e como conduziram suas interações (DEMPSEY, 2010). O roteiro da entrevista foi dividido em duas partes: a primeira levantou o perfil dos licenciandos e a segunda parte tratou de questões conceituais e metodológicas a partir da análise de um extrato do relatório final do grupo e de episódios extraídos dos registros em vídeo das aulas dos minicursos temáticos. Também abordamos na LEV um elemento estruturante previsto no MTE, mas que não se apresentava objetivamente na metodologia de ensino das disciplinas. Estamos nos referindo ao problema – *Como planejar uma SD a partir do Modelo Topológico de Ensino?* – que estava presente no Módulo I (em 2017) sem que ele fosse formalmente enunciado aos licenciandos.

As entrevistas foram transcritas e analisadas buscando reconhecer significados construídos para processo de planejamento e produção de SD

e a relação que havia entre a resolução do problema e a metodologia empregada nas disciplinas. Quando iniciamos as análises das entrevistas pretendíamos relacionar a metodologia de planejamento e produção de SD e as atividades desenvolvidas nos quatro módulos. As análises preliminares das transcrições indicavam que os estudantes estavam descrevendo contradições que foram se manifestando ao longo das disciplinas. Este achado nos fez rever os SAT que estávamos caracterizando e começamos relacionar as contradições identificadas com quatro os níveis de contradições descritos por Engeström.

As contradições reorientaram a pesquisa e passamos a analisar as transformações de objetos compartilhados em uma rede de SAT procurando compreender a relação entre a resolução do problema das disciplinas e as contradições identificadas nas LEV. São estas relações que apresentaremos e discutiremos a seguir.

Resultados

A análise dos registros feitos na sala de aula e das transcrições das LEV de 2017 orientou as observações e o registro dos dados em 2018. Com a análise dos dados de 2018, iniciamos a caracterização dos SAT das disciplinas de MEQ I e II a partir da identificação do objeto de cada atividade. Esta ação demonstrou que a divisão em módulos das disciplinas não coincidia com os SAT que caracterizamos. Chegamos a nove SAT de atividades cruzando a análise dos registros das aulas e as transcrições das entrevistas.

No primeiro SAT, *Fundamentação teórica e metodológica (SAT₁)*, o problema das disciplinas foi o gerador da necessidade de estudo da teoria e da metodologia. Como o planejamento aconteceria em etapas, o problema das disciplinas foi transformado em gerador do motivo do primeiros e dos próximos SAT.

Como vimos na descrição dos sujeitos da pesquisa, todos os licenciandos cursavam o último ou penúltimo ano do curso de Licenciatura

em Química. Este fato imprimiu ao sistema atividade um *valor de troca* importante do objeto (fundamentos para a organização do ensino) e a realização da atividade foi motivada pela aprovação que implicaria na obtenção do diploma, na possibilidade de concorrer a uma vaga de emprego, na melhoria do salário, no ingresso a um programa de pós-graduação, etc. A atividade de produção da SD necessitou do uso (*consumo*) da fundamentação teórica e metodológica do MTE para a *produção* total da SD iniciada com o SAT1. Essa análise remete aos aspectos que dominam a atividade humana – *produção, consumo, troca e distribuição* - e que estão relacionados à contradição primária.

Quando analisamos as entrevistas dos sujeitos da pesquisa, encontramos relações entre o problema da disciplina e a contradição primária (*produção e valor de troca*). Vejamos a resposta de Ana para a pergunta: “Haveria um problema para os estudantes resolverem ao longo do ano? Qual seria esse problema?”

Ana: Eu acho que o problema é construir a sequência, né? Porque a gente, desde o primeiro momento da disciplina, ficou claro que a gente ia ter que desenvolver as aulas, tudo bonitinho. Então, eu acho que problema a gente também pode ampliar para coisa que dá trabalho para ser resolvida.

A licencianda relacionou o problema à construção da SD e utilizou a expressão “*tudo bonitinho*” demonstrando que existiria um parâmetro para a produção da SD, que é o MTE. A solução para o problema da disciplina não é trivial e sua aprendizagem requer a adesão dos estudantes a uma série de SAT, por isso, Ana completou sua fala dizendo: “*como problema a gente também pode ampliar para coisa que dá trabalho para ser resolvida (risos)*”. A expressão “*dar trabalho*”, remete ao tempo e ao esforço extras exigidos para a produção da SD, demarcar a contradição que se manifestou na necessidade de *produção* da SD e seu *valor troca* (nota, aprovação, diploma).

No segundo SAT, *Análise da organização do ensino* (SAT2), foi o momento de lançar um olhar analítico sobre os episódios de ensino

selecionados a partir dos registros em vídeo de minicursos temáticos aplicados em anos anteriores. O SAT2 subsidiou a análise do ensino com perguntas que direcionaram o olhar dos licenciandos para a organização do ensino proposta no MTE, por exemplo: Como a aula foi organizada? Qual o propósito da atividade? Como se deu a interação entre professor e alunos? Estas perguntas estavam relacionadas à fundamentação teórica e metodológica discutidos no SAT1. Desta forma, o SAT2 forneceu subsídios para planejar e analisar SD tendo como referência aspectos da realidade concreta analisadas nos episódios de licenciandos reais que trilharam um percurso semelhante ao dos nossos sujeitos de pesquisa.

No terceiro SAT, *Elaboração do Plano da SD* (SAT3), os licenciandos foram divididos em grupos e iniciaram a primeira atividade prática de planejamento do ensino. Como foi dito anteriormente, a divisão do trabalho é um fator importante de contradição e no SAT3 identificamos que o tempo que esteve presente na contradição primária – produção e valor de troca – foi evidenciado novamente na contradição entre os nós *divisão de trabalho e regras*.

A contradição foi observada pela dificuldade que os grupos em cumprir os prazos previstos no cronograma. O tempo disponibilizado no cronograma (regra) para desenvolver as três etapas do plano da SD e o tempo que os grupos necessitaram para desenvolver cada etapa do plano da SD (divisão de trabalho) revelou a existência de uma contradição entre os dois nós do SAT. Esta contradição estava presente no início das aulas combinadas para entregas das etapas do plano da SD. Os estudantes pediam um novo prazo ou tempo da aula para finalizar o material que seria entregue. A contradição secundária não foi completamente resolvida no SAT3 e o tempo foi um elemento de tensão que esteve presente ao longo do processo de produção da SD. Contudo, os estudantes conseguiram fazer as entregas, realizar as avaliações do primeiro semestre, concluir o Módulo II e dar um passo importante para a resolução do problema ao concluir a elaboração do plano da SD.

No quarto SAT, *Produção dos materiais didáticos* (SAT₄), os licenciandos utilizaram o plano da SD (objeto do SAT₃) como um instrumento norteador da prática docente e uma referência para produzir os materiais didáticos. Os SAT₄ e SAT₃ foram fases de modelagem ou resposta para a pergunta enunciada no SAT₁. O plano de ensino da SD foi uma etapa de planejamento muito ligado à fundamentação teórica e metodológica. Enquanto a produção de materiais didáticos foi desenvolvida com base no plano de ensino da SD. A fase de modelagem da SD foi realizada seguindo o cronograma de entregas e apresentações, que novamente evidenciou o tempo um limitante e um elemento de tensão entre as regras e a divisão do trabalho. Depois da modelagem, os grupos testaram e examinaram o modelo e os instrumentos construídos para solucionar o problema de planejar o ensino.

No quinto SAT, *Prévia da aplicação da SD* (SAT₅), os grupos aplicaram a SD sabendo que o plano da SD, o material didático e a performance de cada estudante seriam avaliados. Em 2017, a prévia foi realizada com uma turma de estudantes do terceiro ano do EM da Escola de Aplicação (EA) da FEUSP e em 2018, a prévia foi ofertada para pós-graduando do LAPEQ. As duas prévias foram aplicadas no laboratório de ensino de Química da FEUSP e acompanhadas pelo professor da disciplina. Os estudantes e pós-graduandos foram organizados em grupos e todos receberam o material didático impresso na forma de apostila.

A prévia foi uma atividade de testagem do modelo e dos instrumentos construídos para resolver o questionamento inicial. O problema sociocientífico (SC) também foi testado com base na articulação entre o problema e os elementos estruturados do MTE, atividades, conceitos e tema. No SAT₅, o plano da SD foi transformado um roteiro das ações executadas pelos licenciandos, ou seja, o objeto da SAT₃ foi transformado em regra na prévia da aplicação da SD. A avaliação dos resultados da testagem aconteceu no próximo SAT.

Na *Avaliação da prévia da aplicação da SD* (SAT₆), os licenciandos relataram as impressões e demonstraram a frustração por não terem

conquistado a atenção e a participação de parte dos alunos do EM na aplicação prévia da SD. A análise da prévia do grupo 2017 evidenciou a contradição entre o modelo de SD planejado a partir da idealização do comportamento e das respostas dos estudantes e a realidade concreta da sala de aula e do comportamento de alunos reais que se apresentaram na aplicação da prévia da SD. O grupo de 2018 manifestou uma contradição semelhante quando a audiência, que foi formada por pós-graduandos que conheciam o MTE e tinham experiência docente, apontou problemas na aplicação da prévia. A contradição entre as *expectativas* e os *resultados* obtidos na aplicação prévia corresponde à contradição descrita por Rodrigues e colaboradores (2010). No artigo, os autores discutem o processo de superação de contradições que surgem inesperadamente no momento dos testes de planos de aula.

A forma que nossos sujeitos encontraram para superar a contradição terciária – expectativas e os resultados – foi modificar as atividades para ter maior participação dos alunos e alterar o plano da SD promovendo a retirada e a inclusão atividades ou mudando a sequências das atividades planejadas.

No sétimo SA, *Aplicação da SD (SA7)*, os minicursos temáticos foram registrados em áudio e vídeo, os estudantes do EM foram divididos em grupos e receberam as cópias do material didático impresso. O problema SC teve papel de destaque nas aulas e a expectativa de adesão dos alunos conduziu as ações do licenciandos-professores. Os grupos apresentaram o problema SC aos estudantes no início do minicurso para evidenciar o objeto da atividade, mobilizar as ações alunos e favorecer a construção de conceitos científicos. O plano da SD reformulada no SA6 foi utilizado novamente como guia (regra) para execução das ações nos minicursos.

Depois da aplicação da SD e de posse dos registros de áudio, de vídeo, as respostas das apostilas e as observações da sala aula que os grupos, com o auxílio do professor da disciplina, caminharam para a análise da aplicação da SD e de todo o processo de planejamento do ensino.

O SAT, *Avaliação da Aplicação da SD* (SAT8), foi uma etapa de exame e reflexão dos resultados a aplicação da SD e do processo desenvolvido nas MEQ I e II. As reflexões que acontecem neste SAT foram fundamentadas no MTE e nos textos de referência do SAT1. Avaliação das performances individual e do grupo resgataram as análises dos episódios do SAT2 e foram complementadas com a metodologia de análise das interações discursivas discutidas no SAT1. Vemos que o fechamento a avaliação da aplicação do SD necessitou da retomada de aspectos teóricos e metodológicos que foram abordados nos primeiros SAT que indicam a formação de um ciclo de aprendizagem.

Embora a avaliação da aplicação da SD estivesse mais voltada para o processo vivenciado pelos licenciandos, a preocupação com a aprendizagem e a participação dos estudantes nos minicursos ficou bem demarcada nas entrevistas.

Ana: (...) eu senti nesses alunos que eles não estavam interessados em estar lá. E eu sinto que comparando ao longo da minha trajetória com uma aluna, quando a gente não está interessado, por mais que tenha todo um contexto em que a gente está fazendo, o aprendizado não anda.

Vemos no excerto que a contradição entre expectativa e resultado não foi superada e que a revisão das atividades didáticas e o replanejamento não promoveram a adesão e a participação dos alunos ao minicurso temático. É importante destacar que a perspectiva da Ana não foi unânime no grupo, o que nos remete a uma discussão sobre os resultados da atividade coletiva e a avaliação individual sobre os resultados da atividade coletiva.

A Produção dos relatórios (SAT9) foi último SAT e encerrou o Módulo IV. O SAT9 foi a etapa de consolidação do planejamento e produção de SD. Além das avaliações e reflexões que aconteceram no SAT8, os relatórios deveriam apresentar uma análise a última revisão ou a versão consolidada do plano da SD e do material dos materiais didáticos. Esses relatórios e os

registros das aulas dos SAT8 e SAT9 foram utilizados para elaborar as entrevistas individuais.

Sobre o plano da SD consolidado nos relatórios finais, pedimos para os licenciandos avaliarem a possibilidade de aplicar a metodologia de planejamento e produção de SD no futuro. A resposta da Ana foi:

Ana: Então, não sei, depende do contexto da escola. Eu acho válido utilizar, mas eu acho que seria mais legal utilizar com outros professores, e aí em outras disciplinas e aí criar um trabalho mais amplo para trabalhar muito a interdisciplinaridade e bem legal com os alunos. Então, eu acho que eu teria bastante vontade de fazer isso e aí você também divide o trabalho e o sofrimento, então, é sempre mais legal do que você carregar tudo sozinho. Mas, eu acho que seria bem interessante, principalmente trabalhando com professores assim que os alunos não esperariam ter uma aula de Química. Então, juntar com o professor de História, juntar com a professora de Português. Mas aí, como eu não acredito muito no contexto da sala de aula, principalmente no estado, eu acho que as coisas nunca andam, eu sinto que seria difícil aonde aplicar, mas eu acho que eu gostaria.

A pergunta e a resposta consideram SAT vizinhos ao SAT das MEQ I e II. Avaliação que a licencianda considera o contexto que ela conhece com possibilidades e limitações que estão presentes em qualquer SAT. As possibilidades levam ao trabalho interdisciplinar, que permitiria a divisão do trabalho (“*é sempre mais legal do que você carregar tudo sozinho*”) e possibilitaria outras formas de ensinar (“*á criar um trabalho mais amplo para trabalhar muito a interdisciplinaridade e bem legal com os alunos*”). As limitações e a dificuldade de desenvolver a metodologia (“*no estado, eu acho que as coisas nunca andam, eu sinto que seria difícil aonde aplicar*”).

Em outro trecho da transcrição, quando pedimos para avaliar as contribuições da metodologia na formação do licenciando, a resposta foi bem diferente e identificamos a contradição quaternária:

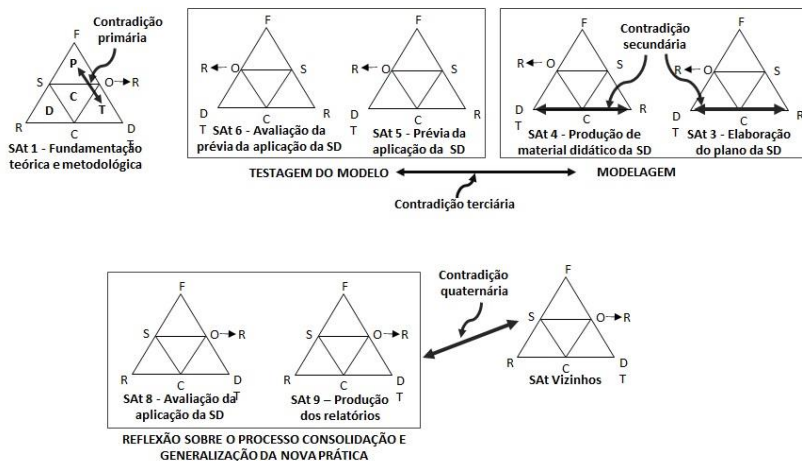
Ana: (...) Eu achei interessante a ideia. Eu só não sei o quanto ela é viável, porque eu acho que depende muito do contexto da escola. Se for uma escola que tem esse tema completamente fechado, eu não vou ter tanto espaço pra

aplicar isso. Porque eu vou ter um conteúdo que tem que ser seguido em tal aula e eu vou ter que trabalhar tal coisa (...)

Pela transcrição identificamos a contradição SAT das MEQ I e II e o SAT da escola, que o principal lugar de trabalho do Licenciado. A contradição parece resgatar a ideia de que o ensino proposto na universidade não é viável para a escola. Contudo, a inviabilidade apontada é colocada em dúvida quando a estudante indica que sua falta de experiência ou de conhecimento sobre o SAT escolar pode interferir na avaliação que está sendo apresentada. Como vimos, na transcrição anterior, Ana apontou um caminho para viabilizar a metodologia na escola, o trabalho interdisciplinar.

A contradição quaternária do SATg e o SAT escolar fechou o ciclo de aprendizagem da metodologia de planejamento e produção de SD. A Figura 3 resume as contradições que foram identificadas nos nove SAT.

Figura 3 – Contradições na rede de sistemas de atividade do planejamento e produção de SD

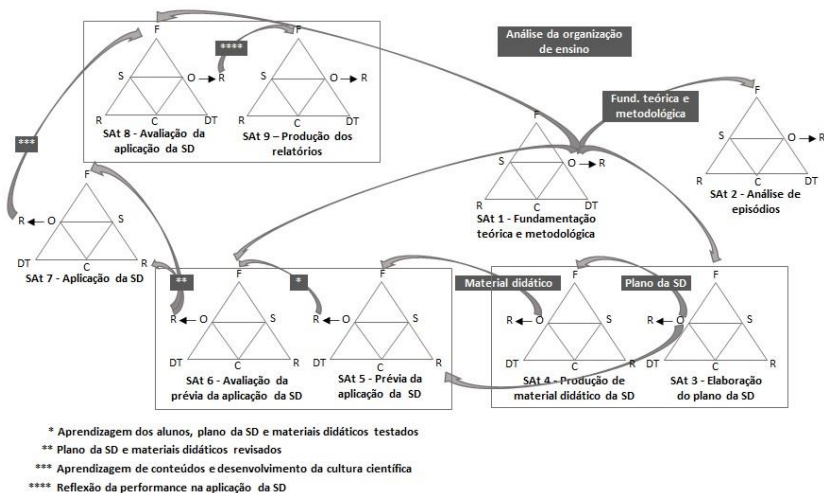


Fonte: Os autores (2020).

Os quatro níveis de contradição que estão presentes na rede ou cadeia de SAT do planejamento e produção de SD apresentam aproximações e distanciamentos quando comparados ao ciclo de aprendizagem expansiva proposto por Engeström (Figura 2). O olhar da TAE que direcionamos à

metodologia inspirada no MTE evidenciou a ocorrência de um processo cíclico: fundamentação teórica e metodológica; elaboração do plano de ensino; desenvolvimento de materiais didáticos; aplicação; avaliação; reelaboração do plano de ensino e correção dos materiais didáticos; reaplicação; reavaliação; consolidação do plano de ensino e dos materiais didáticos. O processo cíclico formado a partir das relações que se estabelecem entre as atividades, assinaladas na Figura 4 com setas, demonstra que o objeto e o resultado de diferentes SAT transformaram-se em nós de SAT posteriores.

Figura 4 – Interações entre os sistemas de atividade do planejamento e produção de SD



Fonte: Os autores (2020).

A analisando a Figura 4, identificamos que o objeto da SAT₁ (fundamentação teórica e metodológica) é caracterizado pela transformação em instrumento/ferramenta em outros SAT. O objeto do SAT₄ (material didático) transforma-se em instrumento/ferramenta e resultado. O objeto do SAT₃ (plano da SD) sofreu o maior número de transformações: instrumento/ferramenta, regra e resultado.

Considerações finais

Iniciamos este texto dizendo que apresentáramos as contribuições da pesquisa sobre o planejamento e a produção de sequências didáticas na formação inicial de professores de Química a partir da Teoria da Aprendizagem Expansiva. Para atingirmos nosso objetivo apresentamos a teoria e aspectos da metodologia que nos permitiu demonstrar como analisamos o processo de aprendizagem vivenciados pelos licenciandos das MEQ I e II nos anos de 2017 e 2018. Destacamos a importância do problema na Teoria da Aprendizagem Histórico-Cultural e como o problema se insere na metodologia de ensino que derivada do Modelo Topológico de Ensino.

O problema sociocientífico está previsto na metodologia de planejamento e produção de SD, mas o problema que foi apresentado aos licenciandos nas primeiras aulas da MEQ I foi identificado com o acompanhamento e as análises das aulas e da metodologia de ensino. No contexto das disciplinas investigadas a necessidade de planejar e produzir SD foi criada pelo problema das disciplinas. Este achado foi importante porque a necessidade, o motivo e o interesse movem o pensamento e “a criação de motivos para aprender também é algo que faz parte do planejamento de ensino” (SFORNI, 2017, p. 92).

No processo de planejamento e de produção de SD que apresentamos, a problematização é um elemento organizador do ensino e na metodologia desenvolvida nas disciplinas o problema está relacionado à expansão da aprendizagem e sua solução se tornou fonte de contradições (RANTAVUORI et al., 2016). Contradições que são o motor da transformação dos objetos e dos sistemas de atividade.

Os nove SAT identificados e as relações que se estabelecem entre esses SAT demonstraram que as atividades formam um ciclo de SAT, que cresceu das quatro contradições internas e das transformações dos objetos, muito similar ao ciclo de aprendizagem expansiva. Sendo assim, as aproximações nos permitem caracterizar a metodologia de

planejamento e produção de SD como potencialmente expansiva e que o MTE subsidia teórico e metodologicamente processos de aprendizagem expansivas. Outro dado interessante é que a rede de sistemas de atividades forma um ciclo com cujas fases – *fundamentação teórica e metodológica; elaboração do plano de ensino; desenvolvimento de materiais didáticos; aplicação; avaliação; reelaboração do plano de ensino e correção dos materiais didáticos; reaplicação; reavaliação; consolidação do plano de ensino e dos materiais didáticos* – remetem à prática docente que temos dificuldade de realizar no contexto da formação inicial e continuada de professores, mas que se mostra viável quando as disciplinas teóricas e os estágios estão organizados na grade curricular de um modo que seja possível desenvolver um processo formativo de longo prazo. Por fim, as contradições internas possibilitaram um olhar diferenciado para situações que são muito comuns com as desistências, as perdas de prazos e as dificuldades dos trabalhos em grupo. As ucontradições são inerentes a atividade humana e precisamos aprender a reconhecê-las, porque elas são motores de transformações e de aprendizagens.

Referências

- AIZAWA, A. **A percepção gestual de licenciandos e a representação estrutural química na perspectiva da multimodalidade.** 2017. 202f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação, Instituto de Química, Instituto de Biociências, São Paulo, 2017.
- BASTOS, Fernando. A pesquisa em educação em ciências e a formação de professores. **Ciência & Educação (Bauru)**, Bauru, v. 23, n. 2, p. 299-302, jun. 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132017000200299&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 13 nov. 2020.
- DEMPSEY, N. Stimulated Recall Interviews in Ethnography. **Qualitative Sociology**, v. 33, n. 3, p.349-367, Sep. 2010. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11133-010-9157-x>. Acesso em: 05 nov. 2020.

ENGESTRÖM, Y. **Teachers as collaborative thinkers**. In *Teachers' minds and actions*, Edited by: Carlgren, I. London: Falmer Press, 1994.

ENGESTRÖM, Y. *Expansive Learning at Work: Toward an activity theoretical reconceptualization*. **Journal of Education and Work**, v. 14, n. 10, p. 133-156, 2001.

ENGESTRÖM, Y. **Aprendizagem expansiva**. Org. tradução: Fernanda Liberali. Campinas, SP: Pontes Editora, 2016.

ENGESTRÖM, Y.; RANTAVUORI, J.; KEROSUO, H. *Expansive Learning in a Library: Actions, Cycles and Deviations from Instructional Intentions*. **Vocations and Learning**, v. 6, n. 1, p. 81-106, 2013.

GALIAZZI, M. C.; ROCHA, J. M. B.; SCHMITZ, L. C.; GIESTA, S. M.; GONÇALVES, F. P. *Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências*. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 7, n.2, p. 249-263, 2001.

GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva Sociocultural para compreender a construção de significados**. Ijuí: Editora Unijuí, Reimpressão, 2013.

GIORDAN, M. **MTE e os princípios de elaboração de SD no Ensino de Ciências**, p. 1-7, 2014. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4188580/course/section/1044734/7_MTE_principios_SD.pdf. Acesso em: 01 nov. 2020.

GIORDAN, M; GUIMARÃES, Y. A. F. *Estudo Dirigido de Iniciação à Sequência Didática. Especialização em Ensino de Ciências, Rede São Paulo de Formação Docente (REDEFOR)*. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2012.

GOIS, J. S. **Desenvolvimento de um ambiente virtual para estudo sobre representação estrutural em Química**. 2007. 173f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação, Instituto de Química, Instituto de Biociências, São Paulo, 2007.

ILLENKOV, E. V. **Dialectical logic: essays on its history and theory**. Moscow: Progress, 1977.

LEONTIEV, A.N. **Activity, consciousness, and personality**. Engelwood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1978.

- LIBÂNEO, J. C. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a teoria histórico-cultural da atividade e a contribuição de Vasili Davydov. **Revista Brasileira de Educação**, n. 27, dez., p. 5-24, 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782004000300002&lng=en&nrm=iso. Acessado em: 01 nov. 2020.
- LIMA, G. da S. **O professor e a divulgação científica: apropriação e uso em situações formais de ensino**. 2016. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2016.
- LIMA, K. C.; VASCONCELOS, S. D. Análise da Metodologia de Ensino de Ciências nas Escolas da Rede Municipal de Recife. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 14, n. 52, p. 397-412, set. 2006.
- MACENO, N. G. **A avaliação em sequências didáticas no ensino de Ciências: contribuições para o planejamento, ação e reflexão docente**. 2020. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2020.
- MCNICHOLL, J.; BLAKE, A. Transforming teacher education, an activity theory analysis. **Journal of Education for Teaching**, v. 39, n. 3, p. 281-300, 2013.
- NERY, B. K. **O ciclo de desenvolvimento do professor e o sistema de atividade aprendizagem on-line em um curso de especialização em ensino de ciências**. 2014. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2014.
- PINHEIRO, P. C. **A interação de uma sala de aula de Química de nível médio com o hiperímia etnográfico sobre o sabão de cinzas vista através de uma abordagem socio(trans)cultural de pesquisa**. 2007. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2007.
- POSSO, A. S. **A produção de significados em um ambiente virtual de aprendizagem: utilizando a teoria da ação mediada para caracterizar a significação dos conceitos relacionados à solubilidade dos materiais**. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2010.

- RANTAVUOR, J.; ENGESTRÖM, Y.; LIPPONEN, L. Learning actions, objects and types of interaction: A methodological analysis of expansive learning among pre-service teachers. **Frontline Learning Research**, v. 4, n. 3, p. 1-27, 2016.
- RAZERA, J. C. C. A formação de professores em artigos da revista *Ciência & Educação* (1998-2014): uma revisão cienciométrica. **Ciência & Educação**, v. 22, n. 3, p. 561-583, 2016.
- RITTER, J.; NERY, B. K. Nery; MALDANER, O. A.; UMPIERRE, A. B.; SOUSA, T. B. Os Sistemas de Atividade na Interpretação da Produção Curricular por ‘Situação de Estudo’: Fundamentos Teórico- Metodológicos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 55-68, fev. 2019. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc41_1/09-CP-65-18_ENEQ.pdf. Acesso em: 10 nov. 2020.
- RODRIGUES, A. M.; TAVARES, L. B.; ORTEGA, J. L.; MATTOS, C. R. (2010). Planning lessons: A socio-historical-cultural approach in physics. **Science Education International**, v. 21, n. 4, dez, p. 241-251, 2010.
- RUSSELL, D. L., SCHNEIDERHEINZE, A. Understanding Innovation in Education Using Activity Theory. **Educational Technology & Society**, v. 8, n. 1, p. 38-53, 2005.
- SFORNI, M. S. F. O método como base para reflexão sobre um modo geral de organização do ensino. In: Mendonça, S. G. L., Penitente, L. A. A. & MILLER, S. (org.). **A Questão do método e a teoria histórico-cultural: bases teóricas e implicações pedagógicas**. Marília: Oficina Universitária; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2017.
- SGARBOSA, E. C. **A comunicação multimodal e o planejamento de ensino na formação inicial de professores de Química**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2018.
- SILVA NETO, A. B. **Multimodalidade e produção de significados sobre representação estrutural química: aportes metodológicos para a análise gestual na sala de aula**. 2016. 185f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação, Instituto de Química, Instituto de Biociências, São Paulo, 2016.
- TARGINO, A. R. L. **Textos literários de divulgação científica na elaboração e aplicação de uma sequência didática sobre a lei periódica dos elementos químicos**. 2017.

346f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação, São Paulo, 2017.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

WERTSCH, J. V. **La mente em acción**. Madri: Aique, 1999.

WILSON, V. Examining teacher education through cultural-historical activity theory. **Teacher Education Advancement Network Journal (TEAN)**, v. 6, n. 1, p. 20-29, 2014.

Capítulo 2

Materiais didáticos na formação de professores de Ciências da Natureza: diálogos com os saberes docentes

Alessandra da Conceição Zanin

Aline Kundlatsch

Camila Silveira

Os materiais didáticos na formação docente

Diferentes elementos constituem a prática pedagógica, e dentre eles, os materiais didáticos. Todavia, Franciellen Rodrigues da Silva Costa, Sérgio Camargo e Camila Silveira da Silva (2018)¹ afirmam que há uma complexidade em torno desses, principalmente, na disparidade de termos e definições adotados em textos acadêmicos e no cotidiano escolar.

Para Antoni Zabala (1998, p. 167-168) os materiais curriculares, considerados como sinônimos de recursos didáticos, são “todos aqueles instrumentos que proporcionam ao educador referências e critérios para tomar decisões, tanto no planejamento como na intervenção direta no processo de ensino/aprendizagem e em sua avaliação”.

Do mesmo modo, Isabel Maria Sabino de Farias *et al.* (2009) adotam a expressão recurso didático definindo como um meio físico e auxiliar para

¹ As autoras deste artigo utilizam a menção integral ao nome das pessoas que são citadas nas referências, apenas na primeira menção. Apesar deste formato não fazer parte das normas da ABNT, trata-se de uma forma de incentivo à divulgação dos nomes destes pesquisadores.

o trabalho docente, destacando a importância de o professor experimentar o objeto antes de levá-lo para a sala de aula.

Rosilene Batista de Oliveira Fiscarelli (2007, p. 1) utiliza o termo material didático, pois lhe parece “ser o mais usado no dia-a-dia da escola, sugerindo também uma abordagem ampla de utilização de vários tipos de objetos”. Além do mais, esclarece que material didático retrata todo ou qualquer objeto empregado em sala de aula pelo professor desde os mais simples como: giz, lousa, livro didático, aos mais “sofisticados e modernos” (FISCARELLI, 2007, p. 1).

Porém, em um trabalho posterior, Fiscarelli (2009, p. 11) passou a adotar o termo objeto de ensino ou objeto didático, mas, ainda como sinônimo de material didático e com a definição análoga à anterior. Contudo, a autora faz uma ressalva, afirmando que os objetos didáticos “devem ser primeiramente entendidos como objetos, em sua materialidade, incapazes de relacionarem-se ao ensino se não sofrerem uma ação humana educativa”.

Essa discrepância em torno das terminologias, assim como, as tipologias de materiais, acabaram se estendendo para as pesquisas no Ensino de Ciências. Milena Alves (2018, p. 41) ao realizar um levantamento em trabalhos da área sobre os termos referentes ao planejamento didático-pedagógico, observou que “há, em demasiado, conflitos de definições e a utilização acrítica dos termos referentes aos elementos do planejamento didático-pedagógico do professor”, incluindo, os recursos didáticos.

Segundo a autora, as nomenclaturas adotadas divergem do que é colocado pelo campo da Didática, sendo confundidas com as estratégias e técnicas de ensino, e não como componentes que se relacionam a esses elementos. Um exemplo a respeito dessa inconsonância está na expressão ‘práticas experimentais’, que alguns autores consideraram como um recurso didático e outros como estratégia. Ainda, segundo Alves (2018), nos 26 trabalhos encontrados que enfocam os recursos didáticos, somente um conceituou o termo. Assim, a autora propôs ao final da sua pesquisa uma definição para essa terminologia o considerando como “um meio

concreto e físico que auxilia o processo de ensino e aprendizagem e, ainda, é o veículo de algum conteúdo”, e que “dá suporte para o desenvolvimento das estratégias didáticas” (ALVES, 2018, p. 102).

Ainda nessa seara, Jorge Megid Neto (1999) estabeleceu alguns focos temáticos para analisar os conteúdos das pesquisas em Ensino de Ciências, e considerou os recursos didáticos como um desses. Assim, ao definir o termo, indicou que esses também podem ser empregados em situações de ensino extracurriculares, nos fazendo considerar, por expansão, os espaços não formais como locais em que esses materiais podem estar ou serem dispostos.

Tendo em vista as definições e terminologias apresentadas, optamos por adotar a de Fiscarelli (2007), por considerarmos, assim como a autora, que material didático é o mais empregado em situação de ensino, e nas diferentes áreas do conhecimento.

Outra reflexão que merece destaque é a falta de compreensão de alguns docentes sobre as limitações de cada material, pois “pode-se achar que praticamente a maioria dos materiais oferece a possibilidade de fazer tudo. No entanto, não se trata de saber o que pode ser feito com cada um deles, mas de determinar em que podem ser mais úteis” (ZABALA, 1998, p. 79).

Do mesmo modo, Elvis Roberto Lima da Silva (2013, p. 3) admite a importância de o docente reconhecer se o tipo de material é condizente com os “métodos de ensino e convicções pedagógicas” que irá empregar no próprio planejamento.

Por isso, Fiscarelli (2007, p. 1) afirma a necessidade de colocarmos em voga os saberes dos professores em relação a esses materiais, pois

“assim abrimos mais um espaço para vermos estes profissionais como sujeitos de sua prática, e portanto capazes de refletir e colaborar com a construção dos saberes que rodeiam a utilização dos materiais didáticos na sala de aula”.

Por isso, a autora coloca que a formação inicial e continuada de professores “devem considerar não somente o ideário pedagógico

existente sobre esta utilização dos materiais didáticos como também os saberes e experiências vividos por esses profissionais, na escola”.

Deste modo, Costa, Camargo e Silva, (2018) ao analisarem o emprego de diferentes materiais didáticos no processo formativo de licenciandos em Química no contexto do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), observaram que as experiências vivenciadas pelos pibidianos, como a discussão sobre referenciais teóricos específicos sobre cada material e as suas potencialidades e limites; o planejamento das atividades que seriam desenvolvidas nas escolas parceiras do projeto; e o desenvolvimento das ações propriamente ditas, acarretaram na mobilização de diferentes saberes, como: saber selecionar os materiais, considerando os objetivos de ensino, a faixa etária dos alunos e aspectos de acessibilidade em suas diferentes dimensões; e preparar atividades visando a interdisciplinaridade.

Por outro lado, Gilberto Luiz de Azevedo Borges (2000) sinaliza que a articulação entre a formação inicial de professores e a produção de materiais didáticos pode implicar em alguns obstáculos, entre eles o risco de transformar e de se fazer entender pelos futuros professores esse processo como uma capacitação técnica. Mesmo assim, o autor enfatiza a necessidade de um enfrentamento, uma vez que as demandas docentes envolvem a busca constante por alternativas que proporcionem aos estudantes aprendizagens consonantes com os objetivos educativos. Destaca, que a elaboração de materiais dentro de cursos de Licenciaturas permite aos licenciandos se tornarem produtores de conhecimentos e refletirem criticamente sobre os processos de ensino e aprendizagem. Além de que, o autor ressalta que oferecer aos licenciandos a “possibilidade de *planejar* (ou seja, *decidir*) sobre suas próprias ações” pode trazer mais contribuições para o seu processo formativo, por conta das experiências vivenciadas, do que a obtenção do produto final (BORGES, 2000, p. 87, grifo do autor).

Desta forma, em se tratando da produção e o emprego de materiais didáticos pelo próprio professor, podemos considerar que estas ações

acabam sendo um reflexo do seu processo formativo e profissional. Essa relação é assumida quando entendemos que os saberes dos professores são construídos por meio de diferentes fontes, lugares e temporalidades, sendo “uma realidade social materializada através de uma formação, de programas, de práticas coletivas, de disciplinas escolares, de uma pedagogia institucionalizada, etc., e são também, ao mesmo tempo os saberes deles” (TARDIF, 2014, p. 16). Assim, Maurice Tardif (2014) assume que a atividade docente é constituída pelos saberes provenientes da formação profissional, disciplinares, curriculares e experienciais, que orientam a prática pedagógica.

Os saberes da formação profissional são aqueles desenvolvidos pelas instituições responsáveis por espaços formativos iniciais e/ou continuados dos professores no que tange as ciências da educação e os saberes pedagógicos. Cabem aqui os conhecimentos relacionados às técnicas e métodos de ensino adotados pelos professores ao longo do processo formativo em que está inserido (TARDIF, 2014).

Já os saberes disciplinares, integram-se à formação dos professores mediante as disciplinas oferecidas pelas instituições de Ensino Superior, diferentemente daquelas ofertadas pelos Departamentos de Educação. Esses, por sua vez, são produzidos e acumulados pela sociedade ao longo da história da humanidade nos diferentes campos científicos como os da linguagem, ciências biológicas, humanidades, exatas. Eles “emergem da tradição cultural e grupos sociais produtores de saberes” (TARDIF, 2014, p. 38).

De maneira complementar, sobre esse saber, para o Ensino de Ciências, Ana Maria Pessoa de Carvalho e Daniel Gil-Pérez (2011) abordam o conhecimento do conteúdo como uma necessidade formativa. Isso porque a formação de professores tem se reduzido de forma tradicional e ineficiente à aprendizagem dos conteúdos científicos, transformando “o professor em um transmissor mecânico dos conteúdos do livro de texto” (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011, p. 22).

No que se refere aos saberes curriculares, esses estão dispostos nos programas escolares por meio de discursos, objetivos, conteúdos e métodos selecionados pelas instituições escolares de Educação Básica, que o professor deve aprender e ensinar (TARDIF, 2014).

Por fim, os saberes experienciais são aqueles desenvolvidos pelo professor durante a sua história de vida, compreendendo as suas vivências pré-profissionais e profissionais, troca com os pares e comunidade escolar. Nesse sentido, “incorporam-se à experiência individual e coletiva sob a forma de *habitus* e de habilidades, de saber-fazer e de saber ser” (TARDIF, 2014, p. 38).

Ainda, Tardif (2014) destaca as relações que os professores exercem com os saberes docentes. Os saberes disciplinares, curriculares e da formação profissional, estão situados em uma posição de exterioridade à prática docente, uma vez que a produção e legitimação desses são oriundos das instituições escolares e de Ensino Superior.

Em contrapartida, o professor durante sua atividade profissional, na prática educacional cotidiana explora e produz saberes experienciais, os quais podem ser definidos como práticos, não sistematizados e que não provém das instituições de Ensino Superior ou dos currículos. A mobilização desses pode ocorrer em diversos momentos, como, por exemplo, os professores tomam consciência deles e o compartilham com seus pares. Por meio desses, os docentes (re)significam de maneira crítica os saberes da formação profissional, disciplinares e curriculares; e desenvolvem suas atividades em sala de aula a partir do que construíram ao longo da sua trajetória (TARDIF, 2014).

Deste modo, pode-se dizer que há interação entre os saberes seja pela experiência pré-profissional ou profissional, não construído apenas pela individualidade do professor, mas como uma construção que se estabeleceu ao longo da vida e da relação com os espaços de convivência social e da comunidade escolar. Portanto, podemos dizer que os saberes possuem diversas origens e podem ser mobilizados e (re)construídos durante o processo profissional (TARDIF, 2014).

Os saberes mobilizados pelos docentes não se limitam aos conteúdos escolares especializados; eles consideram a “grande diversidade de objetos, de questões, de problemas *que estão todos relacionados com seu trabalho*” (TARDIF, 2014, p. 61, grifo do autor). Notavelmente, também não se restringem à (re)construção de repertórios científicos abordados nos processos formativos, currículos, conhecimentos didático-pedagógicos, às potencialidades e limites de materiais e estratégias didáticas, mas a tudo que constitui a profissão docente. Portanto, evidenciamos que os saberes estão relacionados “com os lugares nos quais os próprios professores atuam, com as organizações que os formam e/ou nas quais trabalham, com seus instrumentos de trabalho e, enfim, com suas experiências de trabalho” (TARDIF, 2014, p. 63).

Dessa forma, os docentes podem perceber (ou não) que empregam

“seus conhecimentos pessoais e um saber-fazer personalizado, trabalham programas e livros didáticos, baseiam-se em saberes escolares relativos às matérias ensinadas, fiam-se em sua experiência e retêm certos elementos de sua formação profissional” (TARDIF, 2014, p. 64).

Logo, nesse “leque de saberes” o professor estrutura e conduz de forma única a atividade profissional (TARDIF, 2014, p. 66).

Diante do exposto, os materiais didáticos constituem-se como elemento importante da prática pedagógica podendo mobilizar diferentes saberes docentes. O conhecimento sobre como essa relação ocorre pode ser oportunizado por meio da análise da produção científica especializada e, neste sentido tendo como recorte o Ensino de Ciências, objetivamos analisar os saberes docentes nas pesquisas envolvendo materiais didáticos com foco na formação de professores.

O caminhar da pesquisa: procedimentos metodológicos

Pautada numa pesquisa de natureza qualitativa do tipo documental, tomamos como fontes de informações os trabalhos publicados nos anais

do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), pois compreendemos que esses documentos emergem de um determinado contexto e o esclarece (LÜDKE; ANDRÉ, 2018). A pesquisa documental favorece o envolvimento do pesquisador com uma grande gama de informações (GIL, 2008). Para tanto, são usadas fontes primárias, ou seja, dados que ainda não receberam tratamento analítico, como “livros, jornais, papéis oficiais, registros estatísticos, fotos, discos, filmes e vídeos” (GIL, 2008, p. 147). Assim, consideramos esses trabalhos como registros oficiais do evento e como fontes primárias.

A seleção dos textos a serem analisados envolveram dois critérios. Primeiro, selecionamos os anais das últimas cinco edições do ENPEC (VIII, IX, X, XI, XII), a partir de 2011, e após, os estudos nas linhas temáticas: i) Formação de Professores de Ciências; e ii) Processos, Recursos e Materiais Educativos, por considerarmos que essas abrigam trabalhos sobre a temática de investigação. A escolha temporal é amparada pela criação da última linha.

Em relação à escolha do ENPEC- evento bienal da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC) - justificamos por ser um espaço que congrega estudos de várias regiões do país e de diferentes áreas das Ciências da Natureza, possibilitando a comunicação científica sob diversas perspectivas em relação aos materiais didáticos na formação docente.

Depois, para a busca dos trabalhos propriamente dita, tomando como base a definição de Fiscarelli (2007) sobre materiais didáticos, e exemplos trazidos pelos autores citados anteriormente, adotamos os seguintes descritores em suas variações em número e gênero, de modo que estivessem no título e/ou nas palavras-chave, para a linha temática formação de professores: material didático; recurso didático; material de apoio; ferramenta didática; ferramenta alternativa; instrumentos didáticos; recursos pedagógicos alternativos; recurso educacional; modelo didático; livro didático; livro; modelo; maquete; jogo; game; atividade lúdica; história em quadrinho; música; canção; vídeo; experimento;

manual didático; fotografia; aplicativo; brinquedo; audiovisual; cinema; e coleção. E, para a linha de materiais didáticos (com variações de nomenclaturas em cada edição do evento): formação de professores e formação docente articulada, quando necessário, com formação inicial; formação continuada; e formação permanente.

Com os documentos selecionados, o processo analítico foi fundamentado nos pressupostos da Análise de Conteúdo de Laurence Bardin (2011). Primeiramente, realizamos a leitura flutuante dos trabalhos, buscando por aqueles que enfocavam os materiais didáticos na formação inicial e continuada de professores propriamente dita. Dessa forma, excluímos os estudos que: focalizavam os materiais didáticos em si; exploravam a constituição de coleção de livros didáticos; destacavam processos de ensino e aprendizagem de estudantes da Educação Básica; apresentavam estratégias didáticas sem abarcar os materiais didáticos; expunham modelos formativos; e analisavam cursos de formação sem explorar o material didático.

Após, com o *corpus* definido, consideramos os saberes docentes, em suas quatro dimensões - saberes disciplinares, curriculares, da formação profissional e experienciais - como categorias, e os aspectos relacionados a eles, mesmo não empregando a terminologia saber, como as unidades de registro. Nesse sentido, a unidade de registro caracterizada como tema tomou como referência o que expõe Tardif (2014) sobre cada um dos saberes docentes, teoria essa que nos guiou na leitura e recortes dos textos (BARDIN, 2011). Assim, para estabelecermos o tema, recorreremos ao recorte do texto buscando identificar “os ‘núcleos de sentido’ que compõe a comunicação e cuja presença, ou frequência de aparição, podem significar alguma coisa para o objetivo analítico escolhido” (BARDIN, 2011, p. 135). Além disso, consideramos como unidades de contexto os fragmentos do texto, por nos permitirem “compreender a significação exata da unidade registro”, ou seja, as unidades de contexto fazem referência às unidades de registro (BARDIN, 2011, 137).

No Quadro 1 dispomos as unidades de contexto, exemplificando com excertos dos trabalhos.

Quadro 1: Unidades de contexto relacionadas aos saberes docentes

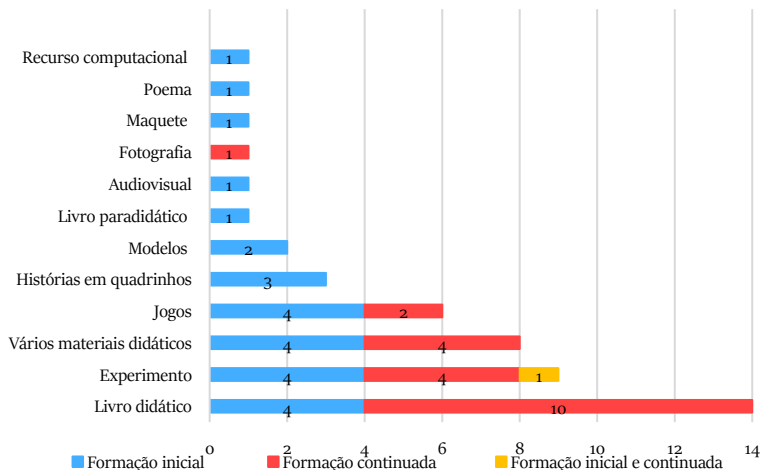
Categorias	Unidade de contexto	Exemplos
Saber disciplinar	Conceitos científicos	[...] cometeram erros conceituais explicando a sua tirinha (T38).
Saber curricular	Sistematização do currículo	[...] além de servir como um material importante para a seleção de conteúdos (T21).
Saber da formação profissional	Formação profissional	Com relação ao curso de licenciatura, não foram identificadas discussões sobre a utilização de RAVs [Recursos audiovisuais] . Contudo, a experimentação didática se faz presente nas ementas e programas das disciplinas [...] (T11).
Saber experiencial	Experiências pré-profissionais	[...] observa-se convergência entre a descrição da experiência de uso do LD [Livro Didático] no EM [Ensino Médio] e da forma com que pretendem utilizar o LD quando forem de fato professores” (T7).
	Experiências profissionais	[...] em que a elaboração de um experimento (que chamou de canhãozinho termodinâmico) perdurou por anos. A cada ano em suas aulas, desenvolveu cada vez mais, melhores versões de protótipos , em vista do interesse que o experimento despertava em seus alunos (T28).

Fonte: Autoria própria (2020).

Para a apresentação e discussão dos dados dispomos em um quadro uma síntese das unidades de contexto (fragmentos do texto) dos trabalhos - denominados como T1, T2, T3, e assim por diante. E, depois, trazemos exemplos das unidades de contexto referentes aos saberes docentes.

Desvelando os saberes docentes nas pesquisas

Na busca por trabalhos que enfocassem a formação docente propriamente dita e os materiais didáticos, encontramos, no âmbito do ENPEC, 47 estudos. Observamos que a maior parte das pesquisas que estabeleciam essas relações estavam dispostas na linha temática ‘Formação de Professores’ (27), embora, a de materiais didáticos (20) abarcasse um montante significativo. Em relação à tipologia dos materiais didáticos, e se esses tinham como foco a formação inicial e/ou continuada de professores, na Figura 1 expomos os resultados encontrados destacando a quantidade por tipo de material e o eixo formativo.

Figura 1: Quantidade de materiais didáticos com foco na formação inicial e/ou continuada de professores

Fonte: Autoria própria (2020).

Logo, notamos, que o livro didático é o protagonista nos trabalhos envolvendo a formação continuada de professores, enquanto a diversidade de materiais é mais comum na formação inicial docente. Por mais que tal fato não seja surpreendente, visto que o livro didático está fortemente disposto no ambiente escolar, se faz necessário refletir porque os outros materiais se fazem pouco presentes nesse âmbito. Fiscarelli (2007), por exemplo, afirma que por mais que os docentes considerem importantes e reconheçam a diversidade de materiais didáticos acabam não os empregando em sua prática pedagógica, por conta de fatores como: falta de formação adequada;

[...] quantidade insuficiente de materiais didáticos ao grande número de alunos por turma; a falta de pré-requisitos dos alunos, o pouco interesse dos alunos; o excesso de “burocracia” na escola para a disponibilização dos materiais didáticos no momento em que são solicitados pelos professores ou alunos; a falta de tempo para a reflexão sobre a prática docente, bem como sobre os critérios e objetivos relacionados ao uso de determinado material didático (FISCARELLI, 2007, p. 5).

Aspectos semelhantes são colocados por Kely Cristina Bueno e Fernanda Franzolin (2019) e Maria Eduarda de Melo *et al.* (2019), no contexto do Ensino de Ciências. Nessas pesquisas, os professores utilizam o livro didático quase que exclusivamente por conta da falta de tempo para preparar atividades contemplando outros materiais e de um processo formativo deficiente.

No que concerne ao emprego do livro didático da Educação Básica na formação inicial, Rúbia Emmel e Maria Cristina Pansera-de-Araújo (2015, p. 7) consideram que é necessário que esses espaços

busquem problematizar as possibilidades e as responsabilidades no uso do livro, na perspectiva de melhor conhecê-lo para repensar sua função e as estratégias de enfrentamento da realidade analisada, bem como desenvolver a autoria na produção do currículo cotidianamente.

Em relação aos diferentes materiais didáticos e discussões que apreendem a formação de professores, conseguimos estabelecer relações com os saberes docentes propostos por Tardif (2014) a partir dos trabalhos publicados no ENPEC, que se dividiram em aspectos envolvendo a produção, emprego, avaliação e percepções desses materiais. Nesse sentido, expomos no Quadro 2 a categorização das pesquisas e a síntese das unidades de contexto.

Quadro 2: Categorização dos trabalhos com base nos saberes docentes

Categorias	Unidade de contexto	Documentos
Saber disciplinar	Constroem repertório científico	T1; T2; T3; T15; T22; T36
	Ressignificam conceitos científicos	T9; T10; T38
	Aprofundam conceitos científicos	T24; T28; T38
	Reconhecem a deficiência de conhecimento científico	T16; T20; T25; T26; T30; T34; T38; T43
	Reconhecem que abordavam os conceitos científicos de maneira equivocada	T9; T16; T20; T25
	Mobilizam conceitos científicos de maneira equivocada	T12; T25; T27; T38
	Apresentam insuficiência de conhecimento científico	T15; T36; T38
	Mobilizam conteúdos científicos	T16; T22; T25; T26; T43; T44; T45
	Reconhecem que o material didático pode apresentar conceitos científicos equivocados	T26; T29

Saber curricular	Elaboram seu planejamento com base no material didático	T3
	Definem os conteúdos com base no material didático	T21
	Consideram o livro como um roteiro a ser seguido	T21
	Escolhem o material com base nas orientações curriculares	T23; T31; T35; T39
	Rejeitam o material definidos pelas instituições	T14
	Adaptam o material definido pelas instituições	T13; T14; T22; T23
Saber da formação profissional	Possuem acesso limitado a alguns materiais por conta do programa da formação inicial	T11; T34
	Constroem repertório didático-pedagógico	T2; T4; T5; T9; T10; T15; T16; T17; T19; T20; T23; T24; T28; T30; T36; T37; T38; T40; T41; T42; T43; T45; T46
	Reconhecem durante o processo formativo as potencialidades do material didático	T6; T7; T8; T11; T12; T18; T23; T24; T26; T27; T30; T36; T45; T47
	Reconhecem a necessidade de um repertório teórico e metodológico para a escolha do material didático	T2; T18; T23; T28; T34
	Apresentam pouco conhecimento em relação ao material didático	T23; T25; T40; T41; T42; T44; T46
	Dialogam com os pares no âmbito das instituições	T26; T27; T45
Saber experiencial	Reconhecem potencialidades do material didático	T2; T4; T6; T7; T8; T11; T12; T14; T16; T17; T19; T21; T22; T23; T28; T29; T31; T33; T34; T35; T36; T37; T38; T40; T41; T43
	Reconhecem os limites do material didático	T6; T7; T8; T11; T13; T14; T16; T17; T21; T22; T23; T28; T31; T32; T33; T35; T36; T39
	Enfrentam situações precárias na instituição de ensino	T1; T2; T6; T30; T31; T32; T33; T34
	Expressam condicionantes para não empregar o material didático	T30; T34; T39
	Reavaliam suas experiências anteriores	T2; T9; T10; T17; T18; T19; T28; T30; T34; T43; T44; T45
	Tendem a reproduzir suas experiências pré-profissionais	T7; T31
	Constroem suas próprias estratégias para o uso do material	T14; T31; T40
	Dialogam com os pares	T2; T8; T17; T36; T39; T40; T43; T44

Fonte: Autoria própria (2020).

Em relação ao Quadro 2, podemos observar que os trabalhos se encontram dispostos nas diferentes categorias. Por mais que tenhamos sinalizado cada saber como uma categoria, reconhecendo nos trabalhos aspectos que se relacionam a esses, temos dimensão e nosso trabalho

reitera isso, de que eles não são estanques. Salientamos que algumas pesquisas, dependendo do seu objetivo, e dos dados e interpretações apresentadas, nos permitiram fazer poucas articulações.

No que concerne aos **saberes disciplinares**, percebemos nos trabalhos por meio das interpretações dos autores sobre os resultados de suas pesquisas ou trechos de falas de licenciandos e professores, que os materiais didáticos oportunizam a construção de repertório científico, mobilização, ressignificação e aprofundamento de conceitos, como pode ser observado, respectivamente, nos exemplos: “*‘Auxílio na visualização de imagens e para a compreensão do conteúdo’*”; “*a exploração de simulação favoreceu a compreensão de fenômenos biológicos’ [...]*” (T2); “*[...] a ideia da hidrelétrica também surgiu ... dentro das turbinas existem imãs que me contato com a água criam um campo magnético e esse campo é que vai gerar a energia que vai para nossas casas*” (T16); “*Professora Úrsula: ‘Porque eu ensinei o que ele falou em relação ao oxigênio. Eu nunca imaginava que era por causa da pressão’*” (T9); e “[...] a atividade permitiu aos licenciandos buscarem aprender e aprofundar conteúdos científicos relacionados à dispersão da luz” [...] (T24).

Outra potencialidade do emprego de materiais didáticos na formação docente diz respeito à reflexão, pois algumas ações podem fazer com que professores e licenciandos reconheçam que possuem deficiências em relação a determinados conteúdos. Por exemplo, o trabalho T16, que abordou a construção de maquetes envolvendo circuitos elétricos numa disciplina do curso de Pedagogia, trouxe as seguintes falas dos licenciandos:

“a gente colocava (montava o sistema) de um jeito e não pegava (não acendiam as leds), colocava de outro e não pegava” (G1), “não sabíamos usar a resistência, fizemos as ligações dos fios sem solda e no final não acendeu (as leds)” (G3), “as leds queimavam e tivemos que montar e desmontar o sistema várias vezes” (G4), “montamos o parque, mas depois vimos que não seria possível fazer a roda-gigante funcionar” (G5), “a gente não conseguiu colocar um interruptor, então a gente fez como o professor ensinou, com garrinha de

jacaré” (G6), “a parte elétrica a gente apanhou muito, porque a gente fez sem pedir a ajuda de ninguém” (G8) (T16).

Ainda, num curso de formação continuada, que envolvia a produção de um jogo, houve a percepção pelos professores de Ciências sobre esse mesmo aspecto e equívocos que tinham realizado em relação à abordagem dos conteúdos, como mostram os excertos: “*Meu Deus! Eu não sabia disso, vocês querem dizer que eu ensinei esse conteúdo, errado a vida toda?*” (Prof. D); “*Será que lembro desse assunto, não vi na faculdade. Acho que não isso não. Mas, temos que ensinar né?*” (Prof. C)” (T20).

Essa discussão conceitual em cursos de formação continuada é destacada por Carvalho e Gil-Pérez (2011, p. 22) como um aspecto importante a ser considerado, pois segundo os autores, muitas dessas atividades estão deixando de lado os conteúdos científicos, “admitindo-se, assim, implicitamente, que é suficiente a preparação proporcionada nesse aspecto pela formação inicial”.

Contudo, em alguns momentos, não ocorre esse reconhecimento por parte do próprio professor ou licenciando e, então, essa observação pode caber ao formador, identificando a mobilização equivocada dos conceitos científicos. Para exemplificar, o trabalho T25 abarcou uma discussão em torno do emprego de um jogo (*Alternate Reality Game - ARG*) em um Curso de Licenciatura em Química. Os autores identificaram que os licenciandos “confundem conceitos como átomo, elemento químico, molécula” (T25), e ressaltam que “o ARG se mostrou uma excelente estratégia de diagnóstico e pode ser utilizado em sala de aula para que o professor possa conhecer quais são as limitações dos alunos acerca dos conteúdos de química” (T25).

Outro aspecto se refere à insuficiência de conhecimento científico para a produção de um material didático, e que se mostrou presente no trabalho T15, em que licenciandos de Biologia - bolsistas PIBID - participaram de uma oficina para a construção de modelos. Os autores ressaltaram, que nesse processo, “todos esses bolsistas tinham algum conhecimento sobre as estruturas que iriam reproduzir, porém, nem todos

tenham conhecimentos científicos suficientes para sua reprodução” (T15). Essa problemática colabora com a abordagem mecânica dos conteúdos dos livros didáticos na prática pedagógica de muitos professores (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011).

Por outro lado, ao terem um bom conhecimento sobre o conteúdo, os licenciandos e professores conseguem reconhecer equívocos nos materiais didáticos, como foi explanado, por exemplo, no trabalho T26, em que licenciandos em Química, ao avaliarem um jogo, reconheceram inconsistências conceituais:

No decorrer da partida encontramos cartas do jogo com algumas inconsistências que foram sinalizadas pelos participantes, como por exemplo, havia uma carta vermelha que pedia para escolher dentre as alternativas lactobacilos, fungos, vírus e bactérias “qual o nome dos microrganismos encontrados no trato intestinal que favorecem, através da fermentação, a acidez desejada ao meio intestinal”, nesta questão a inconsistência era que lactobacilos é um tipo de bactéria, além de o meio intestinal ser levemente básico (pH 7 ou 8) e não ácido, por meio desta aplicação foi possível modificar esta questão (T26).

Nesse sentido, destacamos a importância das questões conceituais, tanto dos licenciandos quanto dos professores, pois, deficiências ou até mesmo um bom domínio do conteúdo poderão refletir em suas (futuras) práticas docentes relacionadas aos materiais didáticos. Contudo, por mais que um bom conhecimento do conteúdo seja um requisito necessário, concordamos com Tardif (2014, p. 20) de que isso não é “uma condição suficiente, do trabalho pedagógico”.

Sobre os **saberes curriculares**, no trabalho T3 os professores elaboram as suas aulas com base nos livros didáticos selecionados pelas instituições: “[...] mesmo assim percebe-se que mais de 85% desses professores usam os livros didáticos adotados para elaborarem seu planejamento anual, e 91% para a programação e o desenvolvimento de suas aulas” (T3).

Ainda, o livro didático também é empregado para a seleção dos conteúdos escolares, conforme explicitou o trabalho T21, a partir da transcrição da fala dos docentes 1, 2, 3 e 4. Para exemplificar trazemos um excerto do professor 2: *“Eu vou dizer, bom nesse caso eu vou fazer o planejamento, daí eu vou selecionar os tópicos importantes, aquilo que deve ser destacado dentro daquele assunto”* (T21). Também destacamos que o docente 1 utiliza o livro como um roteiro, como demonstrado em sua fala: *“É o meu roteiro que eu tenho que seguir... (...) É um guia assim, o livro em si me dá uma luz, é um recurso, é uma ponte em que eu posso ter, pesquisar, claro que muitas coisas boas estão na internet, mas eu confio nesse livro aqui”* (T21).

Outro aspecto que ressoou no trabalhos foi em relação à escolha do material pelos professores, os quais afirmaram que levam em conta para essa seleção as orientações curriculares, conforme expôs o estudo T35 em relação ao livro didático: *“Os professores, quando perguntados sobre a qualidade do LD e o que seria um bom material, trouxeram alguns argumentos [...] [como o de atender] à proposta curricular (PC) do município de Florianópolis”* (T35).

Por mais que os professores optem pelo livro didático que pretendem utilizar em suas aulas, essa escolha está sempre condicionada ao currículo determinado pelas instituições superiores. Além disso, majoritariamente, o conteúdo dos livros também não é definido por eles. Conforme explicita Tardif (2014, p. 40), os saberes

curriculares que os professores transmitem situam-se numa posição de exterioridade em relação à prática docente: eles aparecem como produtos que já se encontram consideravelmente determinados em sua forma e conteúdo.

Por outro lado, observamos na pesquisa T14 que um professor rejeita o material definido pelas instituições:

“Eu não uso, sinceramente. Pode gravar aí, eu não uso. Eu não uso, é uma porcaria. Já tive a paciência de abrir todos os módulos, todas as séries e não vi nada de enriquecedor ali. Então, como também eles não exigem que a gente

trabalhe, é uma coisa de apoio, então eu prefiro não usar e faço questão de não usar. Eu nem entrego para eles [alunos] para você ter uma ideia” (T14).

Ainda, há aqueles docentes que realizam adaptações, de forma a atender a cultura local, como pode ser exemplificado pelo trabalho T22:

[...] embora esse recurso esteja presente no cotidiano escolar e de maneira a contemplar a maioria dos alunos, é importante dialogar constantemente com as possibilidades de uso e de modificações necessárias para atender aos propósitos da aprendizagem escolar. Importante salientar que a realidade local e do aluno são citadas nos trabalhos e a relação entre o uso do livro didático e os aspectos locais podem até interferir em alguns conceitos trazidos nos livros didáticos (T22).

A partir desses exemplos, podemos pensar que a rejeição e até mesmo a adaptação do material didático para atender uma determinada realidade, afetando os conteúdos, demonstra que professores também constroem seus próprios saberes.

Sobre os **saberes da formação profissional**, identificamos no trabalho T11 questões sobre o acesso a determinados materiais didáticos na formação inicial, o qual é controlado pela instituição de Ensino Superior, por meios dos programas dos cursos:

Com relação ao curso de licenciatura, não foram identificadas discussões sobre a utilização de RAVs [Recursos audiovisuais]. Contudo, a experimentação didática se faz presente nas ementas e programas das disciplinas [...] O que e como é abordado e trabalhado em uma disciplina não necessariamente corresponde ao previsto em um documento, mas a não inclusão de um método e a inclusão de outro, em seu programa, sugere uma seleção e uma priorização de determinada metodologia de ensino (T11).

Isso reforça que

os saberes relativos à formação profissional dos professores (ciências da educação e ideologias pedagógicas) dependem, por sua vez, da universidade e de seu corpo de formadores, bem como do Estado e de seu corpo de agentes de decisão e execução (TARDIF, 2014, p.41).

O autor ainda afirma que

além de não controlarem nem a definição nem a seleção dos saberes curriculares e disciplinares, os professores não controlam nem a definição nem a seleção dos saberes pedagógicos transmitidos pelas instituições de formação (TARDIF, 2014, p. 41).

Nesse caso, a formação profissional docente também assume o papel de oportunizar ao professor instrumentos de trabalho, fazendo com que os licenciandos, ou professores em formação continuada, construam repertórios didáticos, desenvolvendo diferentes habilidades. Para exemplificar, trazemos o excerto do trabalho T₄, com a interpretação dos autores e a fala de um dos licenciandos sobre a criação de jogos no contexto do PIBID.

A elaboração dos jogos foi uma tarefa difícil e exaustiva, mas, ao mesmo tempo, muito estimulante do ponto de vista da formação profissional, como sugerem os depoimentos dos bolsistas: “Trabalhar com a criação de jogos didáticos foi despertar para inúmeras possibilidades didáticas no ensino de física, sobretudo pela expectativa do envolvimento do aluno com essa nova forma de abordagem. Em sua criação percebi que posso inovar, criando as minhas próprias ferramentas didáticas e assim fugir do tradicionalismo tão comum no ensino de física”. (T₄)

Além disso, ressoou na fala do licenciando que a criação dos jogos (em extensão podemos pensar em outros materiais didáticos) poderia ser um meio de fugir do tradicionalismo presente nas aulas de Física, conduzindo então, as suas atividades profissionais a partir de outra ideologia pedagógica, isso porque, conforme cita Tardif (2014, p. 37) os saberes pedagógicos podem se apresentar como “doutrinas e concepções provenientes de reflexões sobre a prática educativa no sentido amplo do termo”, os quais por sua vez podem acabar orientando as ações educativas.

De maneira complementar, durante os processos formativos, tanto de formação inicial ou continuada, os licenciandos e os professores,

respectivamente, podem ser apresentados a diferentes materiais didáticos, e muitos, ao terem esse contato acabam refletindo sobre os conhecimentos científicos que podem ser explorados pelo material e as suas potencialidades. Esse último foi destacado no excerto anterior e no trabalho T24: *“Eu acho que tem muitas possibilidades com Poesia na sala de aula assim, tanto uma aula introdutória, uma atividade, ou pode ser até uma avaliação em si, ao invés do professor passar uma questão.. um.. é.. um exercício”* (T24).

Ademais, as experiências formativas vivenciadas pelos diferentes atores podem fazer com que esses reconheçam que para utilizar um material didático eles precisam de um repertório teórico e metodológico. Esse aspecto foi ressaltado por professores em um programa de formação continuada, além dos docentes perceberem que um curso não é capaz de suprir essa deficiência, e que esse processo precisa ser contínuo, conforme explicita o trabalho T23.

Para esses professores o que importa é o educador ter um embasamento teórico e metodológico adequado para desenvolver essas estratégias metodológicas em sala de aula. Isso revela o quanto esses profissionais estão se inserindo nos processos formativos, pois deram-se conta que o processo é contínuo e não esporádico (T23).

Nesse mesmo sentido, tanto professores e licenciandos podem apresentar pouco conhecimento em relação a algum material didático, e o formador ao observar isso, pode então contribuir com esses atores na construção de seus repertórios, como no trabalho T41:

Ressaltamos que, no processo de elaboração do material, os alunos demonstraram dificuldades, havendo necessidade de orientações individuais para discutir as potencialidades dos experimentos propostos por eles e possíveis modificações, além de acompanhar a testagem dos experimentos. [...] Os resultados obtidos neste estudo revelam que as dificuldades apresentadas inicialmente pelos licenciandos para transformar um roteiro experimental tradicional em um experimento com abordagem investigativa foram superadas no decorrer do processo (T41).

É por isso que Tardif (2014, p. 20) afirma que os saberes dos professores são temporais, pois, eles vão aprendendo “a dominar progressivamente os saberes necessários à realização do trabalho docente”.

Tardif (2014) ressalta ainda a importância da socialização profissional nas instituições formadoras. Diante disso, consideramos que o diálogo entre os licenciandos, e licenciandos-formador, envolvendo a produção de um material didático pode oportunizar a edificação dos saberes da formação profissional, os quais poderão refletir nas suas futuras práticas. Para ilustrar, trazemos a fala de um licenciando, do trabalho T27, envolvendo a produção de Histórias em Quadrinhos: “*Criar quadrinhos em grupo é interessante no ponto de interação de opiniões diferentes em relação a abordagem de um mesmo tema*” (T27).

No tocante aos **saberes experienciais**, Tardif (2014, p. 109) afirma que esses possibilitam a “adequação às funções, problemas e situações peculiares ao trabalho”, e são vislumbrados como saberes de caráter prático. Tal característica refere-se pelo fato deste estar estritamente ligado aos papéis dos professores e o modo como eles mobilizam e (re)modelam as próprias práticas (TARDIF, 2014). Portanto, por meio de suas experiências, os professores podem reconhecer as potencialidades e limites dos materiais didáticos, criando condições de produzir, avaliar, escolher e empregar aqueles que melhor atendam as demandas de trabalho. Assim, esses aspectos podem ser visualizados ao mesmo tempo no excerto retirado do trabalho T11:

Tem matérias, que a experiência faz mais sentido do que o vídeo. E tem matérias, que não, o vídeo é muito mais importante. Não tem como você fazer experiência. (...) depende do conteúdo. (...) Se uma coisa que faz mais sentido usar os vídeos ou não. Porque pegar também é importante pra visualizar. Só que não dá pra pegar um Planeta! (T11).

Um agravante ao emprego dos materiais didáticos em sala de aula está nos episódios em que os professores enfrentam situações precárias na

instituição de ensino seja por restrições ao acesso ou até a ausência desses como exemplifica a fala de um docente retirado do estudo T2: “*A situação [...] é bem complicada, podendo impedir essa prática [com materiais tecnológicos]’; ‘Só vai acontecer se a escola em que eu for atuar, apresentar condições para isso’*” (T2).

E, mesmo dentro de situações vulneráveis, dois trabalhos trouxeram outras perspectivas, em que os docentes viabilizam seus próprios materiais e se (re)inventam a cada prática: “o professor é o que tem que dispor e adquirir o material e isso acaba desfavorecendo a prática” (T6); “mais da metade dos professores pesquisados, utiliza recursos didáticos com recursos próprios e não da escola” (T33).

Além disso, os professores expressam outros condicionantes para não empregarem os materiais didáticos em suas práticas, como a desmotivação e a falta de tempo. A pesquisa T30 exemplifica essa questão:

outros fatores apontados pelos professores podem estar vinculados a questão da falta de tempo, da formação dos professores, a desmotivação em relação à profissão, recurso não apropriado, motivação dos alunos e até mesmo a disciplina (T30).

Ainda, Tardif (2014, p. 53) afirma que

a prática cotidiana da profissão não favorece apenas o desenvolvimento de certezas ‘experienciais’ mas permite também uma avaliação dos outros saberes, através da sua retradução em função das condições limitadoras da experiência

Os quais eles “incorporam à sua prática, retraduzindo-os porém em categorias de seu próprio discurso”. Observamos isso nos trabalhos T19, em que os professores acabaram reavaliando suas experiências anteriores, e no T14, onde construíram suas próprias estratégias para utilizar o material, respectivamente:

“Você acha que para fazer experimentos de ciências, em microbiologia, é necessário ter infraestrutura e equipamentos modernos na escola? Por quê?”:

[P1]: *“Eu achei que sim antes. Teve uma atividade prática que eu fiz com os alunos por conta de coisas que eu tinha no laboratório. Mas depois do curso que a gente fez agora há pouco, eu vi que dá para fazer bastante coisa com pouca estrutura”* (T19).

“Eu usava um livro didático e baseado no mesmo programa que a gente tem hoje, também naquela época já tinha um planejamento, eu fazia um resumo, uma síntese de cada conteúdo para poder passar aos alunos posteriormente. Aqui na escola pública sim, eu continuo usando o mesmo esquema. [...] Eu faço uma aula exposta... expositiva, passo o conteúdo na lousa, explico e dou exercícios, não tem outro jeito. Com duas aulas por semana é impossível ter outra forma de trabalho” (T14).

Tardif (2014, p. 69) salienta que as vivências escolares dos docentes, chamadas de pré-profissionais, também exercem um papel na edificação dos saberes experienciais, possuindo um “peso importante na compreensão da natureza dos saberes, do saber-fazer e do saber-ser que serão mobilizados e utilizados em seguida quando da socialização profissional e no próprio exercício do magistério”. Para complementar, o autor coloca que muitas das concepções que os docentes possuem sobre os processos de ensino e aprendizagem são oriundas da sua história de vida escolar. Como exemplo disso trazemos um excerto do trabalho T7, em que os autores perceberam que os licenciandos pensam em utilizar o livro didático da mesma forma que o experienciaram: “observa-se convergência entre a descrição da experiência de uso do LD [Livro Didático] no EM [Ensino Médio] e da forma com que pretendem utilizar o LD quando forem de fato professores” (T7).

Por fim, uma estratégia orientada pela experiência é o diálogo com os pares, pois “do confronto entre os saberes produzidos pela experiência coletiva dos professores, que os saberes experienciais adquirem uma certa objetividade”, e nesse movimento de troca também há caracterização de um processo formativo contínuo (TARDIF, 2014, p 53). O diálogo pode favorecer professores experientes, em início de carreira ou ainda os que estão em processo formativo inicial e “são levados a tomar consciência de seus próprios saberes experienciais” (TARDIF, 2014, p 53). No T8, uma

professora de Educação Básica e supervisora no PIBID relata que na troca com os pibidianos a experiência foi enriquecedora,

“Então eles (os licenciandos) me auxiliam muito porque eu consigo completar o meu conteúdo com as aulas deles. E talvez sozinha não daria de fazer, não só disponibilidade de tempo, não tenho material que eles podem trazer pra mim (...) E eu acho que é bom pra mim porque eu aprendo muito com os meninos e eles aprendem muito comigo, porque eles não tem esse contato de sala de aula” (Prof. D) (T8).

A partir disso, os autores do trabalho destacaram que esse tipo de troca pode “proporcionar a atualização de conhecimentos, o fornecimento de recursos materiais e humanos”, fazendo com o docente tenha “uma prática docente diferenciada e que busca soluções para os problemas que permeiam o cotidiano das salas de aulas brasileiras” (T8).

Em síntese, observamos que a presença dos materiais didáticos na formação inicial e continuada de professores pode suscitar diferentes diálogos com os saberes docentes, trazendo reflexões sobre como podemos pensar os currículos dos Cursos de Licenciatura e as diferentes ações formativas para a mobilização desses.

Breves considerações

Ao analisarmos as pesquisas, observamos que os saberes docentes disciplinares, curriculares, da formação profissional e experienciais são mobilizados por meio de experiências nas quais o material didático ocupa papel central na formação inicial ou continuada de professores das Ciências da Natureza, envolvendo a produção, avaliação, emprego e escolha desse.

Os saberes docentes se relacionam nos trabalhos, uma vez que um mesmo estudo foi contemplado em mais de uma categoria. Assim, para o emprego de qualquer material didático, de maneira crítica, é importante que o professor construa seu próprio repertório científico e didático-pedagógico, ressignifique o currículo, planeje de acordo com a sua

realidade local e dos seus estudantes, considerando as potencialidade e limites e as políticas que orientam sua prática.

As demandas por espaços formativos que possibilitem aos professores uma melhor relação com a produção e avaliação dos diversos tipos de materiais didáticos são urgentes e necessárias, pois podem favorecer práticas pedagógicas que promovam processos educativos críticos, criativos e que potencializem os objetivos de aprendizagem da docência.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

- ALVES, Milena. **Características, elementos e importância do planejamento didático-pedagógico**: uma revisão de termos e conceitos utilizados na área de Ensino de Ciências. 2018. 130 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2018.
- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BORGES, Gilberto Luiz de Azevedo. **Formação de professores de biologia, material didático e conhecimento escolar**. 2000. 436 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.
- BUENO, Kely Cristina; Mas afinal, quais justificativas dos professores para não utilização de recursos, procedimentos e espaços escolares? *In*: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12., 2019, Natal. **Anais [...]**. Natal: ABRAPEC, 2019. p. 1-7.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa; GIL-PÉREZ, Daniel. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

- COSTA, Franciellen Rodrigues da Silva; CAMARGO, Sérgio; SILVA, Camila Silveira da. A mobilização de saberes a partir do uso de diferentes materiais didáticos no contexto do PIBID. **ACTIO**, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 91 - 114, 2018.
- FARIAS, Isabel Maria Sabino de *et al.* **Didática e docência: aprendendo a profissão**. Brasília: Liber Livros, 2009.
- FISCARELLI, Rosilene Batista de Oliveira. Material didático e prática docente. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 2, n. 1, p. 31-39, 2007.
- FISCARELLI, Rosilene Batista de Oliveira. **A construção do saber sobre a utilização de objetos no ensino brasileiro**. 2009. 171 p. Tese (Doutorado em Educação Escolar) - Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2009.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E.D.A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2018.
- EMMEL; Rúbia; PANSERA-DE-ARAÚJO, Maria Cristina. O livro didático no contexto da formação em ciências biológicas. *In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10., 2015, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015. p. 1-7.
- MEGID NETO, Jorge. **Tendências da pesquisa acadêmica sobre o ensino de ciências no nível fundamental**. 1999. 365 p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.
- MELO, Maria Eduarda de *et al.* Para além do livro didático e do quadro: o que dizem estudantes e docentes sobre a utilização de Recursos Didáticos Alternativos nas aulas de Biologia. *In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 12., 2019, Natal. **Anais [...]**. Natal: ABRAPEC, 2019. p. 1-7.
- SILVA, Elvis Roberto Lima da. Materiais didáticos e as múltiplas linguagens no ensino de História dos anos iniciais. *In: XXVII Simpósio Nacional de História*, 27., 2013, Natal. **Anais [...]**. Natal: UFRN, 2013. p. 1 - 16.
- TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. 17. ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICE A – REFERÊNCIAS DOS TRABALHOS ANALISADOS

- [T1] LEONÊS, Adriano da Silva; BRITO, Paulo Eduardo de; GUIMARÃES, Eliane Mendes. Reflexões do ensino de astronomia segundo os PCN e as orientações curriculares nacionais em Planaltina DF. *In*: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8., 2011, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: ABRAPEC, 2011. p. 1-12.
- [T2] GIANOTTO, Dulcinéia Ester Pagani. A formação inicial de professores e a utilização de recursos computacionais nas aulas de biologia durante os estágios supervisionados. *In*: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8., 2011, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: ABRAPEC, 2011. p. 1-12.
- [T3] GUIMARÃES, Fernanda Malta Guimarães; MEGID NETO, Jorge; FERNANDES, Hylío Laganá. Como os professores de 6º ao 9º anos usam o livro didático de ciências. *In*: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8., 2011, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: ABRAPEC, 2011. p. 1-10.
- [T4] FERREIRA, Juliana Mesquita Hidalgo *et al.* Elaboração de jogos didáticos no PIBID em dupla perspectiva: formação docente e ensino de Física. *In*: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8., 2011, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: ABRAPEC, 2011. p. 1-12.
- [T5] SMANIA-MARQUES, Roberta *et al.* Uso de textos na formação inicial de professores: critérios para comparação do que ensinam os artigos de divulgação científica e o livro didático. *In*: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8., 2011, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: ABRAPEC, 2011. p. 1-13.
- [T6] SANTANA, Luana Nascimento Santana; SALOMÃO, Simone Rocha Salomão. Formação continuada de professores de Ciências atuantes na EJA (educação de jovens e adultos): refletindo sobre a utilização de experimentos. *In*: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8., 2011, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: ABRAPEC, 2011. p. 1-12.
- [T7] PEDREIRA, Ana Júlia; CARNEIRO, Maria Helena da Silva; SILVA, Delano Moody Simões da. Uso do Livro Didático por Licenciandos em Ciências Naturais: o que me

lembro e o que fiz. *In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8., 2011, Campinas. Anais [...].* Campinas: ABRAPEC, 2011. p. 1-10.

- [T8] SILVA, Fábio Augusto Rodrigues e; SANTOS, Victor Marcondes de Freitas. O estudo dos saberes docentes mobilizados no processo de escolhas de atividades para as aulas de ciências. *In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., 2013, Águas de Lindóia. Anais [...].* Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013. p. 1-8.
- [T9] DUTRA, Luan Carlos Moraes; SILVA, Lenice Heloísa de Arruda. Reflexões de professores sobre recursos e estratégias no ensino de ciências e matemática em um processo mediado pelas teorias educacionais. *In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., 2013, Águas de Lindóia. Anais [...].* Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013. p. 1-8.
- [T10] FERNANDES, Hylio Laganá; GUERRA, Vitor de Tarso; SAITO, Renata Midori. Histórias em Quadrinhos e Formação de Professores. *In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., 2013, Águas de Lindóia. Anais [...].* Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013. p. 1-7.
- [T11] VIDAL, Fernanda Luise Kistler; REZENDE FILHO, Luiz Augusto Coimbra; CASARIEGO, Florence. Recursos audiovisuais e experimentação didática: práticas concorrentes e/ou desafios convergentes. *In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., 2013, Águas de Lindóia. Anais [...].* Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013. p. 1-7.
- [T12] SANZOVO, Daniel Trevisan; LABURÚ, Carlos Eduardo. Identificação de conceitos astronômicos em livros paradidáticos na formação de professores de Ciências. *In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., 2013, Águas de Lindóia. Anais [...].* Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013. p. 1-8.
- [T13] SOUZA, Edna Luiza de; GARCIA, Nilson Marcos Dias. Livros didáticos de Ciências: a influência da cultura local sobre a escolha e uso por professores do Ensino Fundamental. *In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., 2013, Águas de Lindóia. Anais [...].* Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013. p. 1-8.
- [T14] MAIA, Juliana de Oliveira; VILLANI, Alberto. O Livro Didático e os Cadernos do Estado de São Paulo nas práticas pedagógicas dos professores de Química. *In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., 2013, Águas de Lindóia. Anais [...].* Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013. p. 1-8.

- [T15] FERREIRA, Jérrsica Couto; ALMEIDA, Sheila Alves de. O pensar e o fazer modelos didáticos por alunos de Licenciatura em Biologia. *In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013. p. 1-8.
- [T16] LIRA, Tatiane Hilário; SILVA, Fábio Adriano Santos da; FIREMAN, Elton Casado. Eletricidade e circuitos elétricos: análise de construções de maquetes num curso de pedagogia. *In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10., 2015, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015. p. 1-8.
- [T17] JONIS, Mirian do Amaral; TRAZZI, Patricia Silveira da Silva; SANTOS, Jéssica Aflávio dos. A construção de modelos no ensino de Biologia: uma experiência na formação inicial de professores. *In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10., 2015, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015. p. 1-8.
- [T18] EMMEL, Rúbia; PANSERA-DE-ARAÚJO, Maria Cristina. O livro didático no contexto da formação em Ciências Biológicas. *In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10., 2015, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015. p. 1-8.
- [T19] CERQUEIRA, Angela; OLIVEIRA, A. D. Saberes docentes e práticas reflexivas: análise das visões dos professores sobre experimentação em um curso de capacitação. *In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10., 2015, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015. p. 1-8.
- [T20] GONDIN, Cristiane Miranda Magalhães; MACHADO, Vera de Mattos. Uma organização praxeológica: construção coletiva de um jogo sobre os ciclos biogeoquímicos. *In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10., 2015, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015. p. 1-8.
- [T21] RODRIGUES, Larissa Zancan; MOHR, Adriana. O livro didático é um material central para o ensino? Em foco o papel do livro didático para a preparação e o desenvolvimento de aulas de professores de biologia. *In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10., 2015, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015. p. 1-8.
- [T22] SOUZA, Edna Luiza de; GARCIA, Nilson Marcos Dias. Prática pedagógica do professor e o livro didático de ciências: uma abordagem a partir das experiências do

PDE/PR. *In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10., 2015, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015. p. 1-8.

- [T23] GOI, Mara Elisângela Jappe; ELLENSOHN, Ricardo Machado. Experimentação e Jogos Lúdicos na formação continuada de professores de Ciências da Natureza. *In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 11., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: ABRAPEC, 2017. p. 1-8.
- [T24] SILVA, Monikeli Wippel da; SILVA, Camila Silveira da. Ciência e Arte na formação inicial de professores: aspectos educativos e formativos de uma performance do poema Física de José Saramago. *In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 11., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: ABRAPEC, 2017. p. 1-10.
- [T25] DEUS, Thiago Cardoso de *et al.* O Alternate Reality Game (ARG) como estratégia de discussão de conteúdos de Química em uma disciplina de nível superior do curso de Licenciatura em Química. *In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 11., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: ABRAPEC, 2017. p. 1-10.
- [T26] AZEVEDO NETA, Shirley Lima de; CASTRO, Denise Leal de. Validação de um jogo didático, educativo e interdisciplinar, por alunos do curso de Licenciatura em Química. *In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 11., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: ABRAPEC, 2017. p. 1-9.
- [T27] KUNDLATSCH, Aline; CORTELA, Beatriz Saleme Corrêa. Histórias em Quadrinhos na formação inicial de professores de Química: analisando possibilidades. *In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 12., 2019, Natal. **Anais [...]**. Natal: ABRAPEC, 2019. p. 1-7.
- [T28] RAMOS, Eugenio Maria de França; BRAGA, João Guilherme; BENETTI, Bernadete. Professores experimentadores: perspectivas de docentes de física sobre sua formação e o uso de experimentos no ensino. *In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 12., 2019, Natal. **Anais [...]**. Natal: ABRAPEC, 2019. p. 1-7.
- [T29] SOUSA, Aparecido Antônio Magalhães de *et al.* Concepções de licenciandos em química sobre a utilização de vídeos didáticos em experiências de ensino e aprendizagem. *In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 12., 2019, Natal. **Anais [...]**. Natal: ABRAPEC, 2019. p. 1-7.

- [T30] BUENO, Kely Cristina; FRANZOLIN, Fernanda. Mas afinal, quais justificativas dos professores para não utilização de recursos, procedimentos e espaços escolares? *In*: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12., 2019, Natal. **Anais [...]**. Natal: ABRAPEC, 2019. p. 1-7.
- [T31] ROSA, Marcelo D´aquino; MEGID NETO, Jorge. O uso do livro didático de Ciências por professores de 6º a 9º ano: um estudo de abrangência nacional . *In*: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12., 2019, Natal. **Anais [...]**. Natal: ABRAPEC, 2019. p. 1-8.
- [T32] SILVA, Michele Sousa da Silva; BASTOS, Sandra Dias Bastos. Formação continuada de professores: o ensino da microbiologia através de recursos pedagógicos alternativos. *In*: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8., 2011, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: ABRAPEC, 2011. p. 1-10.
- [T33] LEAL, Cristianni Antunes *et al.* Práticas pedagógicas e metodologias empregadas na docência em ensino de ciências. *In*: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8., 2011, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: ABRAPEC, 2011. p. 1-11.
- [T34] LIMA, Adriana Araújo de; BELMAR, César Cristiano; PERRELLI, Maria Aparecida de Souza. A escolha e o uso do livro didático de Biologia, Ciências e Matemática pelo professor: as pesquisas que abordam essa temática. *In*: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013. p. 1-8.
- [T35] ROSA, Marcelo D'Aquino. A seleção e o uso do livro didático na visão de professores de Ciências: um estudo na rede municipal de ensino de Florianópolis, SC. *In*: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013. p. 1-7.
- [T36] SILVA, Rosana Louro Ferreira; LIERS, Laury Amaral. Jogo didático para educação ambiental no contexto das mudanças ambientais globais: elementos do processo de apropriação por professores da educação básica. *In*: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013. p. 1-8.
- [T37] OLIVEIRA, Renata Rolins da Silva; SANTOS, Mirley Luciene dos Jogos didáticos e formação inicial de professores. *In*: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação

em Ciências, 10., 2015, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015. p. 1-8.

[T38] PEDREIRA, Mariana Marzullo; OLIVEIRA, Silviene Fabiana de; KLAUTAU-GUIMARÃES, Maria de Nazaré. Elaboração de tirinhas de história em quadrinhos sobre o conceito de gene por estudantes de ensino superior. *In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 10., 2015, Águas de Lindóia. Anais [...]*. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015. p. 1-7.

[T39] MARTINS, Alisson Antonio; GARCIA, Nilson Marcos Dias. O processo de escolha de livros didáticos por professores de física: relações entre cultura escolar e mercado. *In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 10., 2015, Águas de Lindóia. Anais [...]*. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015. p. 1-8.

[T40] ROSA, Marcelo D'Aquino O uso do livro didático por professores de Ciências naturais na educação básica: uma investigação em algumas pesquisas acadêmicas *In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 10., 2015, Águas de Lindóia. Anais [...]*. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015. p. 1-8.

[T41] MONTEIRO, P.C.; RODRIGUES, M. A.; SANTIN FILHO, O. Experimentos com abordagem investigativa propostos por licenciandos em Química. *In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11., 2017, Florianópolis. Anais [...]*. Florianópolis: ABRAPEC, 2017. p. 1-8.

[T42] CECATTO, Ana Julia; VOGT, Catherine Flor Gerald; CUNHA, Marcia Borin da. Atividades propostas por professores de Química: ensino por investigação e fotografia. *In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12., 2019, Natal. Anais [...]*. Natal: ABRAPEC, 2019. p. 1-7.

[T43] SOUZA, Andrielle Coraiola de; BROIETTI, Fabiele Cristiane Dias. Aulas experimentais de Química: um estudo das percepções de licenciandos. *In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12., 2019, Natal. Anais [...]*. Natal: ABRAPEC, 2019. p. 1-8.

[T44] SUART, Rita de Cássia *et al.* Contribuições da reelaboração de atividades experimentais na perspectiva do Ensino por Investigação em um curso de graduação em Química. *In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12., 2019, Natal. Anais [...]*. Natal: ABRAPEC, 2019. p. 1-10.

- [T45] BARROS, Gabriela Dutra; RIBEIRO, Alice Melo; SILVA, Delano Moody Simões da. Formação inicial de professores de ciências: Proposta de disciplina sobre recursos didáticos para o ensino de genética. *In*: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12., 2019, Natal. **Anais [...]**. Natal: ABRAPEC, 2019. p. 1-8.
- [T46] FIGUEIRÔA, Matheus Ferreira; DEFANTE, Katherine Maslova Gioseffi; MOREIRA, Maria Cristina do Amaral. O uso do livro didático por licenciandos em física. *In*: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12., 2019, Natal. **Anais [...]**. Natal: ABRAPEC, 2019. p. 1-7.
- [T47] MENEZES, Alexandre Mota; SILVA, Erivanildo Lopes da; REIS, Nirly Araújo dos. Reflexões sobre a prática docente a partir de atividades experimentais. *In*: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 12., 2019, Natal. **Anais [...]**. Natal: ABRAPEC, 2019. p. 1-7.

Capítulo 3

A construção de sequências didáticas utilizando a ferramenta “Scratch” no ensino de Queda Livre e lançamento oblíquo

*Rubens Luiz Rodrigues*¹

*Moacir Pereira de Souza Filho*²

Introdução

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) têm propiciado o desenvolvimento tecnológico nas diversas áreas da pesquisa e se faz presente nas relações sociais por meio da comunicação interpessoal. Elas também têm sido aplicadas na educação, com diversas metodologias de ensino, que facilitam o trabalho do professor e o aprendizado do aluno.

Neste sentido, as novas tecnologias têm se mostrado eficazes na produção do saber e ganham uma nova dimensão ao agregar uma atitude de comprometimento com o aprendizado do aluno. Desta forma, os ambientes virtuais de aprendizagem propiciam a interação interpessoal compartilhada e o trabalho colaborativo, que evidenciam valores como compromisso, respeito, aceitação e acolhimento do aluno (PRADO, 2003, p. 10).

¹ Mestre em Ensino de Física (Universidade Estadual Paulista – Unesp). Docente da Educação Básica do Estado de São Paulo. rodrigues_77@outlook.com

² Doutor em Educação para a Ciência (Universidade Estadual Paulista - Unesp). Docente da Universidade Estadual Paulista, Departamento de Física – FCT/Unesp/Pres. Prudente). Coordena o Grupo de Pesquisa Metodologias em Ensino de Ciências. moacir-pereira.souza-filho@unesp.br

No entanto, o ensino de Física no nível médio não tem acompanhado essas inovações tecnológicas, embora haja indicação do currículo oficial do estado de São Paulo em atender aos anseios dos alunos, na “compreensão dos recursos tecnológicos envolvidos na produção de energia e alimentos, na preservação do meio ambiente, nos diagnósticos de saúde e em incontáveis equipamentos de informação e lazer” (SÃO PAULO, 2012, p. 96).

Neste sentido, a homologação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e a reestruturação do currículo paulista têm sugerido que o uso da TDICs envolva uma postura ética, crítica, criativa e responsável, integrada ao desenvolvimento de competências voltadas a resolução de problemas, ao estímulo do protagonismo do aluno e a sua autoria (SÃO PAULO, 2020, p. 29).

Na direção destas diretrizes, o presente capítulo tem por objetivo utilizar as TDICs no ensino e desenvolver uma Sequência Didática utilizando a “Plataforma Scratch” para a realização de animações e simulações simples sobre “queda livre” e “lançamento oblíquo”.

O Scratch é uma ferramenta que não exige o conhecimento de uma linguagem de programação, pois trabalha comandos que se encaixam de forma semelhante a um quebra-cabeças e coloca o aluno como protagonista do seu próprio aprendizado e o professor torna-se o mediador do conhecimento. Na medida em que um professor é comprometido com a qualidade do ensino que ministra, deve sempre buscar novas informações, tecnologias, recursos e mídias para atender as novas demandas da sociedade da informação e envolver o aluno no processo de aprendizagem.

A relação entre o currículo da SEE-SP e a BNCC

A implantação da proposta curricular de Física pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEE) ocorreu em 2008, contemplando os conteúdos das disciplinas e sugerindo a formação de competências e

habilidades, bem como, estratégias metodológicas com o objetivo de disseminar o conhecimento contemporâneo aos estudantes (SÃO PAULO, 2012).

Esta proposta de currículo visava complementar e direcionar a aplicação da Lei de Diretrizes e Bases – LDB (Lei 9394/1996) que, na época, direcionou o foco do “ensino” para a “aprendizagem” (BRASIL, 1996). Dessa forma, o currículo da SEE tinha como foco principal priorizar competências de leitura e escrita como eixo central de aprendizagem em todas as áreas do conhecimento, inclusive na área de Ciências da Natureza, da qual a Física faz parte (SÃO PAULO, 2012).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) foi elaborada recentemente a fim de nortear os currículos dos sistemas de ensino (públicos e privados) a nível nacional, com propostas pedagógicas que englobam o Ensino Médio. Ela assegura e concebe o papel fundamental da tecnologia que o estudante deve gerir no universo digital, sendo apto, portanto, a fazer o uso qualificado e ético das diversas ferramentas presentes e de assimilar o pensamento computacional e os impactos da tecnologia na vida das pessoas e da sociedade.

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (BRASIL, 2018).

O currículo foi inovado em 2019 de acordo com às dez competências gerais da BNCC, assumindo o compromisso com a educação integral dos estudantes em suas dimensões intelectuais, física, sócio emocional e cultural, elencando as competências e as habilidades essenciais para sua atuação na sociedade contemporânea.

No novo currículo, o “Caderno do Professor” do programa “São Paulo faz escola” é um material de apoio que direciona as práticas pedagógicas fazendo uma conexão com a BNCC. Além da teoria presente, ele traz diversas atividades que abrange os objetivos traçados pelos documentos

de apoio ao professor, apresentando orientações pedagógicas, metodológicas e de recursos didáticos. É importante ressaltar que essas orientações e atividades foram construídas pela rede estadual e, portanto, estão apoiadas na experiência docente.

O “Guia de Transição” da área de Ciências da Natureza traz um demonstrativo de práticas, de metodologias, da importância de se trabalhar com projetos e, até mesmo, designa tópicos como o de orientações pedagógicas, oferecendo aos professores realmente uma concepção de como realizar uma atividade de maneira prática.

Um mecanismo educacional de extrema importância a ser utilizado no componente curricular de Física é a utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs). É essencial a comunicação do aprendiz com as novas tecnologias no processo de aprendizagem, uma vez que elas já estão presentes em diversas instâncias, sejam elas: familiar, social ou cultural. Além disso, segundo o Currículo Paulista a leitura e a escrita vêm ocupando novas plataformas, novos canais de circulação e, as tecnologias de forma geral e as digitais em particular, alcançam crianças e adolescentes no modo como concebem seus processos pessoais de aprendizagem (SÃO PAULO, 2020, p. 40). O Caderno do Professor ainda orienta que “o uso de softwares e experimentos permitam uma maior aproximação do aluno ao entendimento do conteúdo e habilidades a serem desenvolvidas”.

Neste sentido, a concepção deste trabalho está fundamentada na criação de um objeto de aprendizagem, que por meio da plataforma Scratch, que servirá de ferramenta de apoio ao novo Currículo Paulista para que as atividades aqui propostas, possam de fato serem trabalhadas em sala de aula.

As TDICs e as metodologias ativas de ensino

Os termos TIC e TDIC não são sinônimos como podemos pensar. O primeiro (Tecnologia da Informação e Comunicação) é um termo bastante

abrangente, relacionado às tecnologias mais antigas como a TV, o jornal e as copiadoras de Xerox, por exemplo. Pesquisadores têm utilizado o termo “novas tecnologias” para se referir às Tecnologias Digitais (KENSKI, 1998) ou, mais precisamente Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (VALENTE et al., 2007), quando nos referirmos aos computadores, tablets, celulares, smartphones ou qualquer outro dispositivo que permita o acesso e a navegação à internet.

O uso recente dessas novas tecnologias no ambiente escolar trouxe um novo ressignificado ao conceito de conhecimento. É por meio de ferramentas tecnológicas e, principalmente a partir de mediações em sala de aula que as potencialidades se afloram (SANTOS, 2006). Essas tecnologias têm provocado grandes mudanças em nossas vidas, visto que elas têm um importante papel de viabilizar novas formas de produção do conhecimento (MORAN, 1995).

O uso de computadores e softwares no ambiente escolar pode ser uma possibilidade factível para motivação, compreensão e reflexão dos estudantes frente a certos fenômenos, colaborando assim, com a eficácia do processo de ensino e aprendizagem engessado que tem sido definido pelo sistema de ensino vigente.

Para Valente (1993), o computador não é um instrumento que ensina o aprendiz, mas sim uma ferramenta com a qual o aluno trabalha de maneira ativa e, conseqüentemente, a aprendizagem ocorre em função desta prática participativa. Desta forma, vemos que os computadores mostram um grande potencial na evolução e aquisição de conhecimento. Um exemplo de uso de computadores nas aulas de Física é a aplicação de softwares de simulação experimental (VOGLER et al, 2004).

Com efeito, como sugestão de material de apoio no ensino de Física envolvendo simulações e animações computacionais, em particular sobre o estudo do movimento parabólico, o Guia de Transição recomenda o portal do PhET. O PhET é um projeto da Universidade do Colorado (EUA) configurado para desenvolver simulações de alta qualidade, tanto sobre o ensino de Física, quanto sobre outras áreas da ciência. Além de produzir

as simulações, a equipe do PhET executa avaliações periódicas da eficiência do Portal. Nessas simulações, o professor pode definir situações específicas ou valores para variáveis pré-determinadas e simular como o fenômeno definido se comportaria caso fosse real.

A utilização das TDICs no ensino de Física representa um auxílio no processo educativo, mas o professor possui um papel imprescindível nesse processo, como incentivador dessas ferramentas de ensino. Visto que, o próprio Currículo Paulista proporciona a autonomia de contemplar as competências gerais da BNCC para tema ou atividade que vão além das sugestões do Caderno do Professor. Sendo assim, este trabalho apresenta uma estratégia de aula de Física diferenciada, por meio do Scratch para estimular a capacidade criativa dos alunos de aprender a raciocinar. Conseqüentemente, promover à oportunidade de ampliação do repertório de conhecimento do aluno, dentro e fora da sala de aula.

Na prática de sala de aula, em geral os professores estão acostumados a serem considerados os detentores do conhecimento. Desta forma, é natural que suas práticas de ensino sejam baseadas em metodologias de ensino tradicional, em que o controle de condução das aulas é dado ao professor, gerando aulas expositivas e alunos passivos.

Sendo assim, uma questão que se coloca é a seguinte: “é possível motivar e engajar os alunos, fazendo com que eles sejam ativos no processo de ensino e aprendizagem?” Baseados na literatura da área, acreditamos que a utilização de Metodologias Ativas seja uma das possibilidades.

Para Berbel (2011), as Metodologias Ativas baseiam-se em formas de desenvolver o processo de aprender, utilizando experiências reais ou simuladas, visando condições para solucionar, com sucesso, desafios advindos das atividades essenciais da prática social, em diferentes contextos (BERBEL, 2011). Segundo Bacich e Moran (2018), as “Metodologias Ativas são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida” (BACICH; MORAN, 2018, p. 4).

Muitos autores como Borges e Alencar definem as metodologias ativas de ensino e aprendizagem como um recurso didático para uma formação crítica e reflexiva (BORGES; ALENCAR, 2014).

Em síntese, tomando por base essas definições, podemos concluir que as Metodologias Ativas são práticas educacionais que norteiam os processos de ensino e aprendizagem e que se consolidam por meio de estratégias, técnicas de ensino, voltadas para a participação efetiva dos alunos no desenvolvimento pleno de sua aprendizagem. Nesse sentido, as metodologias ativas dão destaque ao papel protagonista do aluno e ao seu envolvimento efetivo, engajado e reflexivo em todas as etapas do processo da aprendizagem, contribuindo para as diferentes maneiras pelas quais é possível aprender: fazendo, desenhando, criando sob orientação do professor, para que os agentes desse processo possam aprender, conforme as suas limitações de estilo, ritmo e tempo.

Se queremos que os alunos sejam proativos, precisamos adotar metodologias em que os alunos se envolvam em atividades cada vez mais complexas, em que tenham que tomar decisões e avaliar os resultados, com apoio de materiais relevantes. Se queremos que sejam criativos, eles precisam experimentar inúmeras novas possibilidades de mostrar iniciativa. (MORAN, 2015, p. 18)

Um exemplo de Metodologia Ativa com potencial significativo aplicado ao nosso produto educacional é a Sala de Aula Invertida, assim definida por Valente (2014):

Quando o conteúdo e as instruções são estudados on-line antes de o aluno frequentar a sala de aula, local para trabalhar os conteúdos já estudados, realizando atividades práticas como resolução de problemas e projetos, discussão em grupo, laboratórios, etc., tem um sistema de sala de aula invertida (VALENTE, 2014, p 79).

Dessa forma, a Sala de Aula Invertida combina o que acontece dentro e fora da sala de aula, normalmente aulas on-line. Assim, a implementação da Sala de Aula Invertida no ensino de Física oportuniza diversos benefícios, dentre eles destacamos os seguintes: aumenta o interesse, o

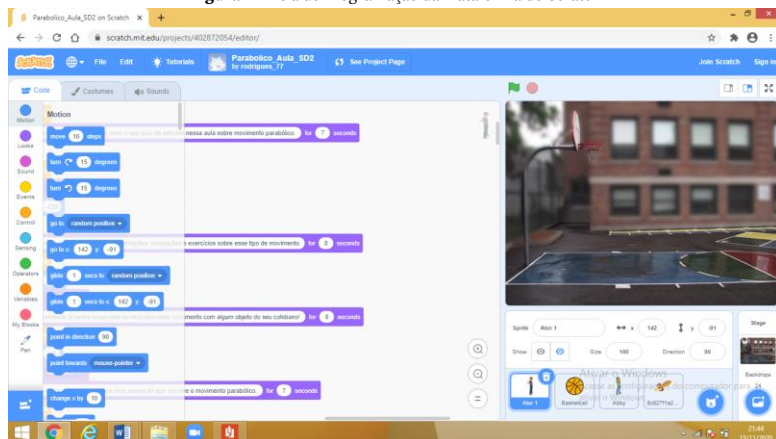
envolvimento, o engajamento, a satisfação e a motivação dos alunos; aumenta o controle e a autonomia para a aquisição de conhecimentos; amplia o espaço temporal da sala de aula; e possibilita aos professores contemplar os diferentes ritmos de aprendizagem. Portanto, vale lembrar que as metodologias ativas consistem em técnicas de ensino que pode tornar os alunos proativos, engajados e interessados em aprender.

O desenvolvimento do trabalho com o Scratch

O Programa Scratch é um software que se diferencia da maioria das linguagens de programação que se utilizam de códigos, pelo fato de manipular-se através de blocos lógicos que permitem compreender a lógica de programação, agregando outros elementos como sons e imagens. Ele utiliza a técnica “drag and drop”, ou seja, arrastar e soltar. O Scratch que permite que programas sejam construídos com blocos de ação que vão se encaixando, lembrando muito a estrutura do brinquedo Lego.

A interface é de fácil compreensão e não apresenta dificuldades na leitura das janelas. O uso das ferramentas não requer comandos muito complicados, além de possuir a opção da linguagem no idioma português.

Figura 1 – Tela de Programação da Plataforma do Scratch



Fonte: autoria própria

A seguir vejamos algumas orientações de como desenvolver um projeto que envolva a estrutura básica e a funcionalidade dos blocos de comando do Scratch.

1º passo - Deve-se criar uma tela de fundo (cenário) e escolher um ator (personagem) para a nossa animação. Como o programa fornece diversas opções, isso permite personalizar nosso trabalho.

2º passo - Arrastar os blocos de ação (scripts) para criar o diálogo - ao clicarmos no texto do bloco e editá-los, criamos as nossas próprias narrativas digitais. Assim, podemos controlar a “fala” dos personagens.

3º passo - Inserção (selecionar e anexar) de imagens diretamente do computador. Isso abre um leque de possibilidades pois as imagens podem ser obtidas da internet.

4º passo - Acionamento do controle de tempo e finalização do projeto. Nas animações é necessário utilizar vários intervalos de tempo, justamente para que o usuário consiga entender e interpretar aquilo que o personagem está querendo dizer ou demonstrar. Temos que observar que a interação do ator personagem com o aluno é construída através de diálogos, animações e com possibilidade de simulações.

Figura 2 – Animações sobre Queda Livre e Movimento Obliquo³



³ Para visualizar as atividades sobre Queda Livre basta acessar:

<https://scratch.mit.edu/projects/401478379/>

As atividades de Movimento Parabólico podem ser visualizadas em: <https://scratch.mit.edu/projects/402872054/>



Fonte: autoria própria

A Figura 2 ilustra os passos descritos e que foram utilizados no nosso projeto. Os cenários usados são uma sala de aula, quadra, campo de futebol ou outro local que se queira. Os atores são meninos ou meninas. Os balões contêm a mensagem ao usuário, o que permite uma interface amigável. E esses diálogos devem durar um intervalo de tempo para que o aluno possa ler e assimilar o conteúdo. Há uma animação em que ao clicar na barra de espaço uma bola de basquete é lançada contra a cesta, permitindo visualizar o movimento parabólico ou oblíquo.

Sequência didática e a metodologia do trabalho

A Sequência Didática (SD) tem como objetivo primordial otimizar o processo de ensino e aprendizagem. Trata-se de um conjunto de processos de ensino conectados e organizados para ensinar um determinado conteúdo. Tal estruturação deve estar em acordo com os objetivos que o professor deseja alcançar. Sob esta concepção, Zabala define Sequência Didática:

[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos, tanto pelos professores como pelos alunos. (ZABALA, 1998, p. 18).

Ainda segundo o autor, uma SD é similar a um plano de aula, porém, é mais amplo que este, por tratar de diversas estratégias de ensino e aprendizagem e por ser uma sequência lógica organizada para vários

encontros. Além disso, a utilização da sequência didática deve propiciar a compreensão e aprendizagem significativa em todos os níveis de ensino, nos quais possam ser aplicadas. De forma agregada a essa importância de se criar uma sequência didática, conforme estabelece os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCNs (BRASIL, 2012):

Ao organizar a sequência didática, o professor poderá incluir atividades diversas como leitura, pesquisa individual ou coletiva, aula dialogada, produções textuais, aulas práticas, etc., pois, a sequência de atividades visa trabalhar um conteúdo específico, um tema ou um gênero textual da exploração inicial até a formação de um conceito, uma ideia, uma elaboração prática, uma produção escrita (BRASIL, 2012, p. 21).

Sob este contexto, o presente trabalho desenvolveu uma sequência didática por meio da plataforma do Scratch de modo a possuir fundamentos, objetivos, questionamentos, atitudes, procedimentos e ações que direcionem o aluno a executar, juntamente com o professor, e a refletir sobre as suas conclusões. As atividades foram ordenadas e coube ao professor aplicador, estruturar de modo coerente. Vimos que, o Currículo Paulista considera a Educação Integral como a base da formação dos estudantes do Estado.

Paralelo a esta concepção curricular, Zabala (1998) defende que a função da escola é promover a formação integral dos alunos. Para isso, conteúdos estruturados de maneira coerente faz toda a diferença em aprender e ensinar. Sob este ponto de vista, Zabala (1998) considera que os conteúdos podem assumir o papel das dimensões pessoais e são diferenciadas nas aprendizagens em quatro tipos de tipologias: conteúdos factual, conceitual, procedimental e atitudinal.

Os *conteúdos factuais* compreendem o conhecimento de fatos, dados e fenômenos concretos e singulares sendo eles de quaisquer naturezas. Desta forma, são os conhecimentos gerais e essenciais para a assimilação da maioria das informações e problemas que surgem na vida cotidiana e profissional. Podemos considerar este caso com um caráter reprodutivo onde envolve exercícios de fixação, de repetição verbal e de escrita.

Os *conteúdos conceituais* englobam os conceitos e princípios. Os conceitos são um conjunto de fatos, signos, objetos ou símbolos que possuem semelhanças, ou seja, características comuns. Por outro lado, os princípios se referem as mudanças que decorrem de fatos, signos, objetos ou situações, descrevem relações de causa e efeito. Sob este paradigma, consideramos que o aluno aprendeu, quando ele for capaz de interpretar, compreender, expor a situação ou situar os objetos, fatos, dados, situações concretas em todos os conceitos que os incluem.

Já os *conteúdos procedimentais* estão confinados ao fato de como fazer para que o aluno obtenha o aprendizado em que está integrado a um objetivo, sendo ele a realização do processo de ensino. São conteúdos procedimentais: “ler, desenhar, observar, calcular, classificar, traduzir, recortar, inferir, fazer gráficos e tabelas, propor estratégias para resolução de problemas, etc.”

Por fim, os *conteúdos atitudinais* incluem: valores, atitudes ou normas. Este tipo está relacionado à dimensão afetiva e de convivência, solidariedade, trabalho em grupos, respeito e ética.

Sob este contexto, conforme disposto no Currículo Paulista, estas dimensões são organizadas por meio de situações que contemplem conteúdos conceituais (conhecimentos da grade curricular básica), procedimentais (relativos às estratégias e habilidades cognitivas que estão além do currículo de conteúdo). Além disso, dimensões atitudinais (relativos a atitudes, valores, normas e associado ao currículo dito oculto), nas quais é necessário o aluno aplicar e viver o que se aprende na escola e na prática.

Uma vantagem de trabalhar estes conteúdos com o uso de uma sequência didática digital é a possibilidade da utilização de diferentes recursos, com padrão superior de qualidade, uso de simulações, textos com exemplos em movimento, ou seja, um conteúdo visual com alta qualidade. (GROENWALD et al, 2009).

Com efeito, a sequência didática elaborada na plataforma Scratch contém desafios que permitem provocar conflitos cognitivos e que

promovam um ambiente dinâmico favorável à aprendizagem e com isto, estimular a autoestima do aluno. Assim, as atividades propostas na nossa sequência didática que são possíveis de serem realizadas no ambiente do Scratch, utilizarão destas explicações escritas. Com isto, construiremos uma SD com uso de animações e simuladores potencialmente significativos.

O marco inicial para o desenvolvimento da sequência didática foi a reunião agendada pelo professor (autor deste capítulo) da sala de aula, com os alunos interessados (voluntários) no Projeto.

No *primeiro momento*, após um agendamento prévio da sala de multimídia, foram apresentados os slides aos participantes (voluntários) sobre uma síntese do projeto, destacando os principais pontos, tais como: problemática, objetivos, a plataforma Scratch, atividades e tempo de realização dos mesmos. Ainda nesse encontro, foi apresentado a eles a interface da plataforma Scratch, bem como os seus principais blocos de comando e o seu potencial na aprendizagem de conteúdos a serem desenvolvidos ao longo das atividades aplicadas.

No *segundo momento*, com o grupo de participantes já definido e um prévio agendamento da sala de multimídia, aplicamos um questionário por meio do Google Forms, para averiguar os conhecimentos prévios dos alunos a respeito do interesse pelo uso das novas tecnologias em sala de aula, ferramentas de simulação e utilização da plataforma Scratch. Nessa etapa da sequência didática houve uma socialização das respostas de alguns participantes e foi esclarecido a importância das TDICs no ensino de Física.

Em todos os momentos de aplicação dos questionários, os alunos foram esclarecidos que todas as atividades referentes a coleta de dados seriam anônimas, de forma a preservar a identidade dos participantes.

Já no *terceiro momento*, após a aplicação do primeiro questionário, executamos a aplicação das atividades no Scratch. Cabe salientar que ambas aplicações (queda livre e lançamento oblíquo) foram realizadas em

grupos, devido ao fato da sala de informática não apresentar um número suficiente de computadores aos participantes.

As ações construídas na plataforma do Scratch tiveram como objetivo interagir com o aluno, por meio de um personagem que os questionavam e faziam com que eles pensassem mais a respeito do assunto tratado.

Em geral, as atividades propostas no Scratch foram baseadas em perguntas que buscavam instigar o aluno a pensar um pouco sobre o assunto e, conseqüentemente, os alunos eram levados a refletirem sobre a possível solução do problema. Tal conflito fez com que os alunos procurassem mais esclarecimentos e buscassem sanar as suas dúvidas, mediante a construção dos seus próprios processos mentais.

O uso de uma simulação fez com que os alunos compartilhassem possíveis valores numéricos para as variáveis, e, além disso, promovessem discussões de como o programa codifica as diversas respostas encontradas. Estas ações proporcionaram um entendimento da plataforma Scratch e do conteúdo abordado.

Ao longo de cada atividade, o aluno pode escolher entre copiar os dados que estão contidos no produto ou mesmo prosseguir, bastando para isto, segundo o comando do ator personagem, clicar na tecla espaço do computador. Assim, tanto eles como o professor podiam fazer uma pausa para uma leitura reflexiva.

Num *quarto momento*, já no final das atividades propostas, foram aplicadas na própria plataforma do Scratch, atividades relacionadas a exercícios de fixação do conteúdo. Possíveis critérios de avaliação foram deixados a cargo do professor responsável, ou seja, como sugestão, o aluno podia entregar como atividade avaliativa ou deixar no caderno como método de estudo para futuras avaliações.

Por meio destes exercícios propostos, foram formulados questionários sobre a avaliação final de assimilação de conteúdos estudados ao longo da sequência didática. A análise geral de desempenho destas questões trataremos na seção a seguir.

A Figura 2 mostra as animações sobre as atividades de queda livre e movimento oblíquo. Após o comando do personagem anterior, o aluno ao clicar na seta para cima do teclado, surge a oportunidade de ler o enunciado da questão, interpretar e refazer o exercício respeitando o seu tempo. Imediatamente, ao clicar na tecla espaço, o ator personagem sugere que aluno procure o seu professor, caso ainda haja dúvidas. Esta mediação entre professor e aluno é essencial para que a aprendizagem significativa ocorra.

Finalmente no *quinto momento*, após a resolução e discussão dos exercícios, foi aplicado o questionário final aos alunos para que eles avaliassem o que aprenderam no tópico da sequência didática, bem como, verificássemos a viabilidade e a potencialidade do nosso produto.

Coleta de dados e apresentação dos resultados

Esta pesquisa foi realizada em uma Escola Pública Estadual - Unidade Escolar (UE) da SEE-SP pertencente a Diretoria de Ensino da região de Presidente Prudente/SP. Nesta unidade são oferecidos cursos de Ensino Fundamental (EF) II e Ensino Médio (EM), ambos na modalidade regular.

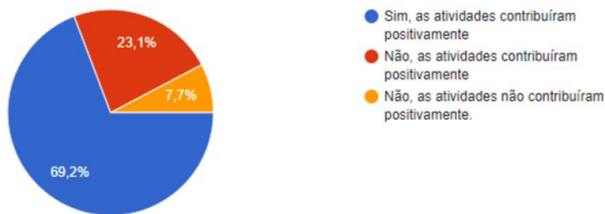
A aplicação da sequência didática nesta UE foi aplicada pelo primeiro autor deste capítulo, que era professor de duas turmas do 1º ano do EM. O total da amostra perfaz um total de 42 alunos. No primeiro encontro aplicamos um questionário para levantarmos os conhecimentos prévios e a opinião deles em relação às questões pertinentes ao nosso trabalho e um outro ao final da aplicação da nossa Sequência Didática. Porém, neste artigo apresentaremos apenas os 3 (três) gráficos mais relevantes da aplicação final, pois eles evidenciam elementos importantes das potencialidades do nosso trabalho, que evidenciam a viabilidade do Scratch como ferramenta de ensino na criação de uma sequência didática com o desenvolvimento de simuladores e animações.

Discorreremos a seguir sobre as respostas fornecidas pelos alunos as principais questões do último questionário:

- *Questão 1 – Você já possuía algum conhecimento prévio do conteúdo estudado? As atividades realizadas ajudaram a contribuir de forma positiva?*

Figura 3 – Gráfico referente a questão 1

Você já possuía algum conhecimento prévio do conteúdo estudado? As atividades realizadas conseguiram contribuir de forma positiva?



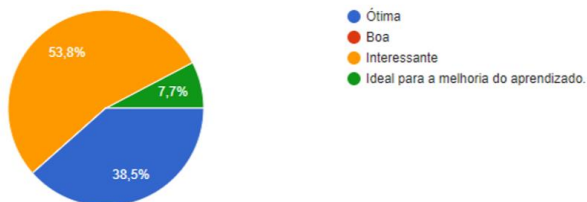
Fonte: autoria própria

Na Figura 3, temos os resultados referentes aos conhecimentos prévios relativos ao conteúdo estudado e referentes a contribuição destas atividades como um potencial significativo às estruturas cognitivas dos alunos. Destes resultados, 69,2% afirmaram que já tinham conhecimentos prévios relativos aos assuntos abordados e 23,1% não tinham. Porém, em ambos os casos as atividades contribuíram de forma positiva. No entanto, apenas 7,7% não tinham conhecimentos prévios e atividades não tiveram efeito sobre sua aprendizagem.

- *Questão 2 – O que você achou da plataforma Scratch para o uso de jogos, simuladores e aplicativos educativos*

Figura 4 – Gráfico referente a questão 2

O que você achou da plataforma Scratch para o uso de jogos, simuladores e aplicativos educativos?



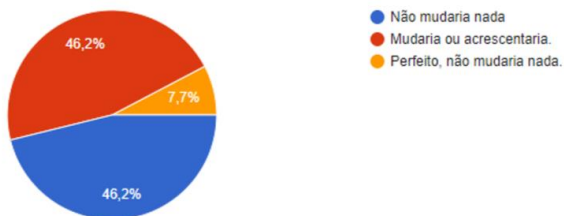
Fonte: autoria própria

Os dados nos permite inferir que o auxílio de uma plataforma de simulação impulsionaria a capacidade de interpretação de fenômenos físicos. O Figura 4 mostra o interesse dos alunos na criação de futuros jogos educativos, sequências didáticas e aplicativos, em geral, utilizando-se da plataforma Scratch. Veja que 38,5% dos respondentes acharam “ótimo” este tipo de projeto e apenas 7,7% “ideal para a melhoria do aprendizado”. Por outro lado, 53,8% consideraram “interessante”, ou seja, a plataforma permite desenvolver diversos tipos de projetos.

• *Questão 3 – Há alguma sugestão para melhoria deste trabalho?*

Figura 5 – Gráfico referente a questão 3

Há alguma sugestão para melhoria deste trabalho?



Fonte: autoria própria

Finalmente, o gráfico da Figura 5 mostra a opinião dos alunos quanto à melhoria da qualidade do nosso produto. De um total de 53,9% não modificariam o trabalho deixando como está, já 46,2% mudariam ou acrescentariam algo como, por exemplo, o aumento de tempo nos diálogos, colocação de áudio e mais imagens.

Estas colocações, citadas pelos participantes, podem ser facilmente programadas no Scratch. As opiniões destes são preciosas na melhoria do mesmo para futuras aplicações em sala de aula. Conseqüentemente estes avanços poderão ser executados a qualquer usuário que queira explorar os diversos recursos que o Scratch oferece e futuramente aprender, modificar e aperfeiçoar estas sequências didáticas que estão disponíveis no site.

De modo geral, fazendo uma análise mais minuciosa das respostas é possível observar que os alunos aprovaram o trabalho, considerando que mais da metade dos alunos nunca tinham utilizado em sala de aula ou nem sabiam o que eram um simulador. Além disso, um elevado percentual de alunos tem interesse em aplicar o Scratch em outros projetos ou obtiveram êxito no entendimento das atividades e, conseqüentemente, um interesse pela Física dentro do contexto da proposta do Currículo Paulista. Desta forma, seria interessante que o professor incentivasse o uso mais intensivo da plataforma Scratch no ensino de Física.

Considerações finais

O uso da plataforma Scratch no desenvolvimento da sequência didática envolvendo tópicos de Queda Livre e Movimento Parabólico, como apoio ao novo Currículo Paulista, despertou interesse dos alunos em aprender Física pela sua funcionalidade em trabalhar com a criação de animações, simulações e inserção de figuras e textos para leitura.

O Scratch mostrou ser um Objeto Digital de Aprendizagem com possibilidade potencialmente significativa e adequada para o desenvolvimento da sequência. De uma forma geral, a viabilidade do software atendeu as expectativas de aprendizagem dos alunos. Com efeito,

segundo a opinião da maioria dos alunos, os conteúdos propostos na plataforma do Scratch estavam bem definidos e coerentes, o que contribuíram de forma positiva.

A sequência didática foi aplicada numa mesma escola de acordo com a realidade de infraestrutura da unidade. Foram realizadas duas atividades numa mesma sequência com a mesma estrutura em duas turmas distintas de 1º ano do Ensino Médio, implicando numa mudança de caracterização da sala, ou seja, comportamento, aprendizado e conhecimento dos alunos.

Segundo Zabala, a aplicação desta sequência didática propicia a compreensão e aprendizagem significativa em todos os níveis de ensino. Porém, verificamos a viabilidade do Scratch como ferramenta de ensino na totalidade, o que levou os resultados a convergirem sobre um interesse comum dos alunos no uso da plataforma Scratch na possibilidade de criação de jogos educativos, sequências didáticas e aplicativos.

A maioria dos alunos considerou a ferramenta ótima e interessante para estas atividades. Por meio do desenvolvimento da sequência didática com o uso de simulações e animações na plataforma Scratch. A pesquisa mostrou que a maioria dos participantes despertou o interesse em aprender Física dentro da proposta do Currículo Paulista para se obter um melhor aprendizado.

Os alunos responderam de forma integral e parcial, que o uso de simulações e animações foram positivas para o aprendizado dos conteúdos. Vimos que, através das atividades referentes aos conteúdos estudados pelos alunos é notório o expressivo número de acertos que consolidou o aprendizado significativo. Desta forma, os dados obtidos por esta pesquisa mostram que foi possível relacionar os conteúdos do Currículo Paulista com as contribuições e funções que integram a plataforma.

Referências

BACICH, L.; MORAN, J. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso Editora, 2018.

- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. Semina: **Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, n.1, p.25-40, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n1p25>
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 2012.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação**. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, (LDB 9394/1996). Disponível em <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>, acesso em 13 de set. 2019.
- BORGES, T. S.; ALENCAR, G. Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. **Cairu em Revista**, v. 3, n. 4, p. 119-143, 2014. Disponível em: <https://doi.org/22377719>.
- GROENWALD, C. L. O.; ZOCH, L.; HOMA A. I. R. Sequência didática com análise combinatória no padrão SCORM. **Bolema**, v.22, n.34, p.27-56, 2009.
- KENSKI, V. M. Novas Tecnologias: o redimensionamento do espaço e do tempo e os impactos no trabalho docente. **Revista Brasileira de Educação**, n.8, p.58-71, 1998. Disponível em <<https://repositorio.usp.br/item/000997228>> Acesso em: 06 jan. 2020.
- MORAN, José. **Mudando a educação com metodologias ativas**. 2013. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf. Acesso em: 28/11/2016.
- MORAN, J.M. **Os novos espaços de atuação do educador com as tecnologias**. 1995. Disponível em <<http://www2.eca.usp.br/moran/>> Acesso em 05/01/2020.
- PRADO, M. E. B. B. Educação a distância e a formação do Professor. **In: Educação a distância via Internet**, editora Avercamp. São Paulo, 2003.
- SANTOS, R. **TIC's uma tendência no ensino da matemática**. 2006. Disponível em: <<https://meuartigo.brasilecola.uol.com.br/educacao/tics-uma-tendencia-no-ensino-matematica.htm>> Acesso em 15 jan. 2020.

SÃO PAULO. **Currículo Paulista**. Disponível em: http://www.escoladeformacao.sp.gov.br/portais/Portals/84/docs/pdf/curriculo_paulista_26_07_2019.pdf. Acesso em: 02/01/2020.

SÃO PAULO. Secretaria Estadual da Educação. **Currículo de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias**. Coordenação geral: Maria Inês Fini; Coordenação de Área: Luiz Carlos de Menezes. São Paulo: SE, 2012. Disponível em: <<http://www.educacao.sp.gov.br/a2sitebox/arquivos/documentos/780.pdf>>. Acesso em 12 nov. 2019.

VALENTE, J. A.; MAZZONE, J.; BARANAUSKAS, M. C. **Aprendizagem na era das tecnologias digitais**. Editora Cortez: São Paulo: FAPESP, 2007, 271 p.

VALENTE, J. A. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**, n. 4, p. 79-97, 2014.

VOGLER, M.; SIEVERS JR., F.; GERMANO, J. S. E. O uso de simulações em Java como objetos de aprendizagem no ensino de Física. **In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COMBEGE**, 2004.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda., 1998.

Capítulo 4

Utilização de recursos digitais em sala de aula de ciências: investigando a produção de significados ¹

Wesley Cabral de Oliveira ²

Marcelo Maia Cirino ³

Ourides Santin Filho ⁴

Introdução

O Estudo dos Gases é um conteúdo comum às disciplinas de Física e Química na Educação Básica. Na disciplina de Química ele é abordado no primeiro ano do Ensino Médio e, na Física, usualmente, no segundo ano. A adoção desse currículo para essas disciplinas está de acordo com as Diretrizes Curriculares Estaduais do Paraná (DCE/PR).

Além de ser um conteúdo interdisciplinar, o Estudo dos Gases permite a utilização de inúmeros exemplos práticos, o que facilita sua contextualização. É, portanto, uma ótima oportunidade para o professor de Física/Química propor atividades investigativas e construtivas aos estudantes. Para Zanon e Maldaner (2007), devido à sobrecarga curricular

¹ Este artigo é resultado da reelaboração de um texto publicado pelos autores no IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia (SINECT) realizado em Ponta Grossa - PR.

² Mestre em Educação para Ciência (Universidade Estadual de Maringá/UEM). Professor de Matemática da Rede Pública Estadual do Paraná e do Colégio Platão de Maringá (PR). wesbral@hotmail.com

³ Doutor em Educação para Ciência (Universidade Estadual Paulista/UNESP). Professor Associado do Departamento de Química da Universidade Estadual de Londrina (UEL) e docente do Programa de Pós Graduação em Química (UEL). mmcirino@uel.br

⁴ Doutor em Físico-Química (Universidade de São Paulo/USP). Professor Associado do Departamento de Química da Universidade Estadual de Maringá (UEM). osantin@uem.br

do primeiro ano na disciplina de Química, o professor, antes de abordar o conteúdo relacionado ao estudo dos gases, privilegia todo o conteúdo relacionado à matéria e suas transformações e acaba deixando de abordá-lo, ciente de que o estudante o verá no próximo ano, na disciplina de Física. Por outro lado, o professor de Física, ao abordar esse conteúdo no segundo ano, acredita que o estudante já teve contato com o mesmo na disciplina de Química e acaba abordando-o de maneira rápida e superficial, contemplando os demais conteúdos curriculares das DCE/PR.

Ainda segundo Zanon e Maldaner (2007), o professor e os livros didáticos apresentam, usualmente, a Teoria Cinética dos Gases e a Equação de Estado dos Gases Ideais, cabendo ao estudante apenas resolver cálculos relacionados. Não há, nessas circunstâncias em sala de aula, oportunidades para que o estudante faça as possíveis articulações entre as propriedades dos gases ideais e a descrição matemática de seu comportamento, através das variáveis de estado, ou ainda, as transformações a que um gás ideal pode ser submetido e seus possíveis resultados. Por exemplo: o que acontece ao variar a pressão ou a temperatura de um gás, mantendo seu volume constante?

Desta forma, o professor pode recorrer a recursos como as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), em sala de aula, para promover atividades investigativas, uma vez que as transformações tecnológicas têm provocado um grande impacto na sociedade contemporânea e, nos últimos anos, tem possibilitado a transformação do processo de ensino-aprendizagem (VALENTE, 2005). Entretanto, cabe ao professor, além do conhecimento sobre o conteúdo específico que pretende ensinar, dominar metodologias de ensino diversificadas e recursos tecnológicos disponíveis, que sejam acessíveis à escola e aos estudantes, a fim de promover melhorias tanto no ensino quanto na aprendizagem.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN),

“[...] TIC podem ser utilizadas para gerar situações de aprendizagem com maior qualidade, ou seja, para criar ambientes de aprendizagem em que a

problematização, a atividade reflexiva, atitude crítica, capacidade decisória e a autonomia, sejam privilegiadas” (BRASIL, 1998, p. 141).

Por mais que os recursos tecnológicos digitais tenham demorado a preencher o ambiente escolar, a escola precisa se reinventar, pois os estudantes, a cada dia, têm maiores dificuldades de adaptação às propostas de aulas baseadas no ensino tradicional, centradas na memorização e no discurso unívoco do professor. Como possuem contato com essas tecnologias em seu cotidiano extraescolar, acabam, por consequência, levando para a escola novidades tecnológicas, muitas vezes desconhecidas e/ou desconsideradas pela maioria dos professores. Nesta perspectiva, de uso de novas abordagens como a utilização das TIC, a proposta desta pesquisa foi investigar se ocorrem situações de *domínio e apropriação* das ferramentas culturais (conceitos inclusive) e como se processa a elaboração de significados em estudantes do segundo ano do Ensino Médio, na disciplina de Física, durante o desenvolvimento do conteúdo relacionado ao estudo dos Gases Ideais. Para isso, utilizando *softwares* específicos, os estudantes puderam explorar as propriedades dos gases e visualizaram seus comportamentos por meio de modificação de parâmetros para as variáveis termodinâmicas de pressão, volume e temperatura, assim como suas representações gráficas no plano cartesiano para as transformações de estado: isobárica, isovolumétrica e isotérmica.

O comportamento termodinâmico dos gases

Analisar o comportamento térmico dos gases permite verificar como suas variáveis, (temperatura, pressão e volume) se relacionam. Este ramo especial da Físico-Química, denominado Termodinâmica, é uma Ciência que vai muito além do estudo sobre as relações entre pressão, volume e temperatura dos gases, pois lida com as trocas de energia no Universo e investiga o comportamento dos sistemas condensados. O estudo dessas relações fornece subsídios para se compreender como essas variáveis de

estado se relacionam e se comportam nos gases. A noção de energia é uma das noções universais que constituem fundamentos de paradigmas, junto com tempo, massa e outras. A noção de energia vem mudando historicamente e não deve ser confundida com a noção de calor (GOMES, 2012). A consolidação dessas noções e suas diferenciações se deu no século XIX, sobretudo pela investigação da natureza física dos gases.

“O estado físico de uma amostra de substância se define por suas propriedades físicas; duas amostras de uma substância que tem as mesmas propriedades físicas estão no mesmo estado. O estado de um gás puro, por exemplo, fica definido pelos valores do volume que ocupa, V , da quantidade de substância (número de moles), n , da pressão, p e da temperatura T . No entanto, verificou-se, graças a grande número de observações experimentais, que basta determinar três dessas variáveis para que seja também determinada a quarta” (ATKINS, 1999, p. 02).

De acordo com o autor, basta encontrar três variáveis de um gás para que seja possível determinar a quarta. De fato, é dessa maneira que se define a equação geral de estado de um gás: $p = f(T, V, n)$. Tal equação é fruto da combinação de várias leis empíricas: lei de Boyle e lei de Charles e Gay-Lussac, além do princípio de Avogadro.

O autor também destaca que “*Robert Boyle, em 1661, aproveitando sugestão de um correspondente, John Townley, mostrou que, com boa aproximação, a pressão e o volume de uma quantidade fixa de gás, à temperatura constante, estão relacionados de maneira inversa*” (ATKINS, 1999, p. 15). Em outras palavras, Boyle comprovou que, a uma mesma temperatura, a pressão de uma amostra gasosa é inversamente proporcional ao seu volume. Posteriormente, o químico francês Jacques Charles em 1787, elucidou outra importante propriedade dos gases em seus estudos, mantendo amostras à pressão constante. Charles estabeleceu que: mantendo a pressão constante, o volume é diretamente proporcional à temperatura.

As primeiras leis exemplificadas acima estão amplamente discutidas nos livros didáticos como transformação isotérmica (que ocorre à

temperatura constante) e transformação isobárica (que ocorre à pressão constante). Por fim, temos a transformação isovolumétrica, na qual o volume é mantido constante. “A lei que governa essa expressão estabelece que a pressão exercida por determinada massa gasosa é diretamente proporcional à sua temperatura se o volume for mantido inalterado.” (OLIVEIRA, 2010, p. 184). A partir da contribuição de Avogadro, que elaborou a hipótese de que volumes iguais de gases, nas mesmas condições de temperatura e pressão, contêm o mesmo número de moléculas, chegou-se à *Lei dos Gases Perfeitos* que é utilizada na aplicação deste trabalho.

$$pV = n.R.T \qquad \text{Equação dos Gases Ideais (1)}$$

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \qquad \text{Aplicação da equação dos Gases Ideais (2)}$$

Tecnologias de Informação e Comunicação – TIC

Em pleno século XXI é impossível pensarmos na vida humana sem o uso de tecnologias, sem usufruirmos de ferramentas capazes de facilitar nossas vidas, não importando o segmento de aplicação, seja em nossa residência, trabalho ou na sociedade como um todo. De modo geral, as tecnologias estão presentes em todos os lugares e em todas as atividades humanas, visto que qualquer atividade que o homem execute ou venha a executar será consequência do produto/equipamento por ele desenvolvido e historicamente aprimorado. É sabido que o homem vem se desenvolvendo desde a gênese de sua espécie, mas foi no final do século XVIII, quando se inicia a História Contemporânea, segundo o modelo de divisão europeu, chamado Quadripartite, que o modo de vida humano passa a se modificar constantemente. Invenções, como a luz elétrica, o telefone, a televisão, o computador e a internet são algumas ferramentas tecnológicas que vêm revolucionando a vida humana desde então.

Diante de tantos avanços tecnológicos, o uso de computadores tornou-se um caminho irreversível, passando a fazer parte de nossas vidas, com naturalidade, em praticamente tudo que fazemos. Nas últimas

décadas, esse aparato tecnológico se disseminou pela sociedade e o aprimoramento de seu potencial de processamento tem aumentado exponencialmente. Atualmente é espantosa a tecnologia que muitos de nós carregamos na palma de nossas mãos em forma de computadores de mão, os *smartphones*. Esses aparelhos estão interconectados e a informação trafega na rede (internet) em velocidades tão altas, que em alguns momentos ficamos com a impressão de que os materiais impressos vão se tornar obsoletos muito em breve.

Percebe-se, então, o quanto a rede mundial de computadores tem se tornado popular, no sentido de ser amplamente utilizada, tornando-se indispensável nos dias de hoje.

O filósofo e professor Pierre Lévy (1999) descreve as possibilidades que a Tecnologia oferece ao conhecimento humano e defende que a principal mudança que se verifica nos processos de aprendizagem é de natureza qualitativa, estabelecendo novos paradigmas para a aquisição dos conhecimentos, a formação de competências básicas e constituição dos saberes. De certa maneira, a implementação das TIC no processo de ensino-aprendizagem seria uma maneira interessante de auxiliar o estudante a melhor compreender os conteúdos científicos dentro e fora da escola. Entretanto, essa é uma realidade que ainda precisa ser modificada, pois muitos professores possuem dificuldades em trabalhar os conteúdos científicos com auxílio das Tecnologias disponíveis, “essa é uma realidade que precisa mudar em curto espaço de tempo, em virtude da necessidade da escola acompanhar os processos de transformação da sociedade, atendendo às novas demandas”, pois há “[...] *pouco conhecimento e domínio, por parte dos professores, em utilizar os recursos tecnológicos na criação de ambientes de aprendizagem significativa*” (BRASIL, 1998, p. 142).

Assim, é preciso que os professores se aperfeiçoem continuamente, pois a escola está se distanciando, a cada dia, da realidade em que vivemos. Cabe a eles saber orientar seus estudantes e instruí-los a aprender conceitos pela obtenção de informações, como tratá-las e o que fazer com

elas. Em último caso, o professor ainda é o principal responsável pela aprendizagem e deve constantemente estimular e mediar esses processos, individual ou coletivamente. Nessas circunstâncias, o uso do computador em aulas de Ciências é extremamente importante, pois, “*não há lugar para dúvidas sobre quão profundas são as alterações decorrentes da introdução do computador nas práticas escolares, ainda que lhe possam atribuir unicamente a não desprezível função de veicular conceitos*” (GIORDAN, 2013, p. 106).

Deste modo, o professor pode se utilizar dos vários recursos tecnológicos quando a escola dispõe deles, como os computadores do laboratório de informática, por exemplo:

“a partir da exposição de conceitos [...], seja por meio da manipulação direta por parte do estudante, ou ainda pela combinação destas e de outras formas de interação, pois o computador altera, em maior ou menor grau, a organização do ensino, e produz formas de interação social e de mediação ainda não experimentadas” (GIORDAN, 2013, p. 106-107).

A propósito dessa interação entre estudante e computador, tendo o professor como principal mediador no processo de aprendizagem, apresentamos a seguir o que entendemos por simulação e os dois *softwares* utilizados na pesquisa, que auxiliaram os estudantes a compreenderem os conceitos referentes às propriedades dos gases ideais.

Softwares de simulação

O uso do computador na educação, mais precisamente o uso de *softwares* educacionais como ferramentas em potencial para auxiliar a aprendizagem do estudante, tem sido objeto de estudo de educadores e profissionais ligados à Informática e à Educação, que buscam empregar teorias educacionais representativas no desenvolvimento de ferramentas computacionais adequadas.

Para Valente (2005), o que tem fundamentado os estudos sobre *softwares* educacionais são as teorias interacionistas com abordagem

cognitivista, pois fornecem lastro considerável para a compreensão do processo de aprendizagem em forma de espiral, ou ainda, ciclo. De acordo com Valente (1999), esse modelo é de extrema importância na aquisição de novos conhecimentos por parte do aprendiz, sendo desempenhado em cinco etapas: descrição – execução – reflexão – depuração – descrição. A descrição ocorre quando o aprendiz insere ou descreve uma sequência de comandos ou informações no computador, nesse caso, no *software*; a execução ocorre quando o *software* responde a esses comandos; a reflexão ocorre quando o aprendiz analisa os resultados apresentados pelo *software* e verifica se o que foi executado condiz com o que foi descrito.

Essa ação gera reflexões que confirmam ou negam as premissas que o levaram à descrição inicial, acarretando na depuração, a fim de corrigir ou aperfeiçoar o processo, seguido de uma nova descrição. Neste momento, o ciclo retoma sua posição inicial até que os objetivos estabelecidos sejam alcançados ou que se perceba a existência de uma lacuna conceitual que não pode ser superada pelo aprendiz sem a intervenção humana, ou seja, sem a mediação do professor. Desta forma, esse modelo não poderá ser considerado como um ciclo fechado, pois representa a ideia de espiral, uma vez que a cada reflexão tem-se um novo nível de desenvolvimento do aprendiz no processo como um todo.

Além do ciclo de aprendizagem, Valente (2005) apresenta uma categorização de *softwares* quanto ao seu emprego na educação, sendo tutoriais, de programação, processadores de texto, multimídia, simulações e modelagens e jogos, pois apresentam características mais ou menos explícitas ao processo de construção do conhecimento. Para os fins desta pesquisa, utilizaremos apenas a categoria de simulação e modelagem, com foco no emprego da simulação no ambiente escolar.

Para o autor, simulação é um modelo pré-definido que representa um fenômeno qualquer e o aprendiz tem a permissão para manipular parâmetros que interferem em seu comportamento. Esse modelo ainda pode ser descrito em outras duas subcategorias, denominadas por aberta e fechada. A simulação aberta permite o aprendiz alterar os parâmetros

envolvidos e também modificar algumas regras que compõem o modelo, ampliando-o. A simulação fechada permite apenas a alteração de um número restrito de parâmetros e o aprendiz não tem a possibilidade de interferir na forma como os parâmetros interagem ou nas regras de comportamento do modelo.

Nessa mesma perspectiva, Marques e Caetano (2002) argumentam que os *softwares* de simulação são capazes de criar situações reais na tela do computador, constituindo-se, como verdadeiros laboratórios, onde o estudante, em seus experimentos, pode manipular uma série de variáveis que poderão influenciar no resultado final. Assim, o estudante tem a oportunidade de poder observar todo o processo de desenvolvimento da experiência podendo, inclusive, refazer as experiências por quantas vezes achar conveniente.

Tomaremos como base para esta pesquisa as indicações apresentadas por Valente (1999) para os *softwares* de simulação abertos privilegiando que o aprendiz “[...] *se envolva com o fenômeno, procure descrevê-lo em termos de comandos ou facilidades fornecidas pelo programa de simulação e observe as variáveis que atuam no fenômeno e como elas influenciam o seu comportamento*” (VALENTE, 1999, p. 201). Os softwares educacionais de simulação escolhidos para esta investigação foram: *Propriedades dos Gases (PhET - Física e Química)* e *GeoGebra (Matemática)*, que serão apresentados a seguir.

Propriedade dos gases - PhET

PhET é um Programa de Simulação Interativa idealizado por Carl Edwin Wieman, vinculado à Universidade do Colorado, Estados Unidos. Depende de contribuições financeiras de vários órgãos não governamentais, já que não possui fins lucrativos e oferece, gratuitamente, simulações interativas de fenômenos físicos e químicos baseados em pesquisa. Até o presente momento já foram distribuídas mais de 90

milhões de simulações nas áreas da Física, Química, Biologia, Ciências da Terra e Matemática.

É importante salientar ainda que as simulações disponíveis possuem versões traduzidas para vários idiomas, são intuitivas, fáceis de usar e de serem incorporadas em sala de aula. Como são escritas em linguagens de programação Java™ e Flash™, elas podem ser executadas diretamente em qualquer navegador de internet, desde que esses recursos estejam instalados e ativos. A maioria dos simuladores disponíveis são programados para executarem nos sistemas operacionais Windows™ (Microsoft®), Macintosh™ (Apple Inc.®) e Linux (Linus Torvalds - *software* livre).

Desta forma, o *software* de simulação *Propriedade dos Gases* (PhET) foi o que melhor se adequou às necessidades da proposta, principalmente por possuir versão traduzida para o português do Brasil e por ser programado em Linguagem Java™. A versão utilizada na pesquisa foi a 3.15. As atividades do referido trabalho se desenvolveram no laboratório de informática de uma escola que pertence à rede estadual de ensino do Paraná, equipado com computadores do Programa Nacional de Tecnologia Educacional (ProInfo), que possuem como núcleo de sistema operacional o Linux Ubuntu 2.6.24-22-generic, sendo compatíveis com as especificações do *software* de simulação.

A seguir, apresentamos a tela de visualização do *software*, em uso, utilizado na pesquisa.

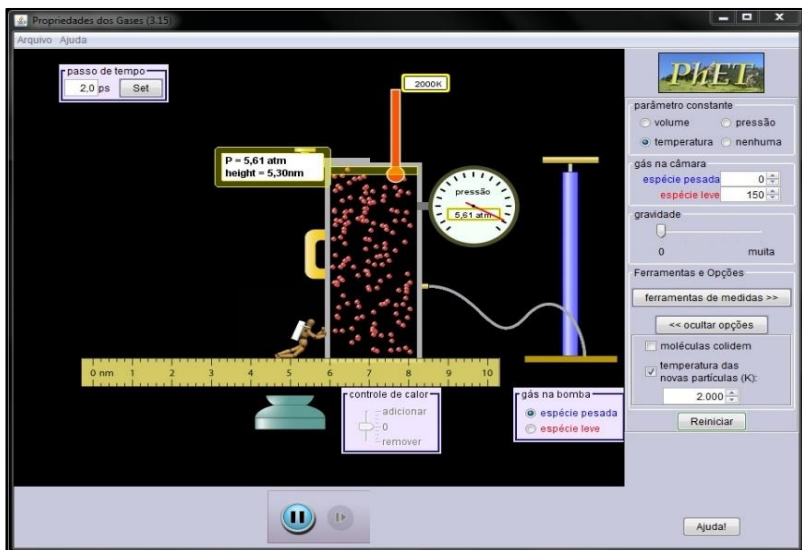


Figura 1 – Representação da interface do software de simulação *Propriedade dos Gases*
 Fonte: extraído de: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/gas-properties

GeoGebra

O software *GeoGebra* foi idealizado e inicialmente desenvolvido em 2001 por Markus Hohenwarter na Universität Salzburg, Áustria, para aprendizagem e ensino da Matemática nos vários níveis de ensino. Atualmente, Hohenwarter conta com o apoio de uma equipe internacional de programadores para continuar desenvolvendo-o, mas agora na Florida Atlantic University, Estados Unidos. (HOHENWARTER; HOHENWARTER, 2013). Todas as versões do *GeoGebra* são gratuitas. Esse software é desenvolvido em código aberto e em linguagem de programação Java™, o que o torna versátil e multiplataforma. Está disponível para os sistemas operacionais Windows®, Linux, Macintosh® e para as plataformas digitais de dispositivos móveis (*smartphones* e *tablets*) pelos sistemas Android™ (Google Play©), iOS™ (Apple® - App Store©) e Windows Phone™ (Windows Store©).

Suas aplicações são praticamente infinitas, uma vez que contempla geometria, álgebra, tabelas, gráficos, estatística e cálculo em um único

sistema de Matemática totalmente integrado. Suas ferramentas permitem a construção de pontos, retas, polígonos, seções cônicas, etc. Além da possibilidade de interligar equações e coordenadas, também é possível trabalhar com variáveis vinculadas a números, pontos, vetores e a derivar e integrar funções. Para Gerônimo, Barros e Franco (2010, p. 11), “*uma das vantagens do uso deste software é que as construções são dinâmicas, isto é, podem ser modificadas sem a perda dos vínculos geométricos*”, isso, por consequência, permite que o usuário realize uma grande quantidade de experimentações, de modo a facilitar a aprendizagem algébrica e as proposições geométricas.

Assim, qualquer recurso que venha auxiliar a aprendizagem, de modo a superar as dificuldades inerentes à educação tradicional, deve ser considerado, principalmente se for um recurso gratuito e com alto grau de aplicabilidade, como é o caso do *GeoGebra*. Para este trabalho, sua contribuição consistiu em auxiliar o estudante na construção do gráfico, no plano cartesiano xOy , que representava os dados empíricos coletados no software *Propriedade dos Gases*, para cada uma das três transformações de estado: isotérmica, isobárica e isovolumétrica. Para a elaboração dessas transformações, utilizamos duas ferramentas específicas do *GeoGebra*, uma para a transformação isotérmica: Cônica por Cinco Pontos, e outra para as transformações, isobárica e isovolumétrica: Reta de Regressão Linear. A seguir, algumas das telas do *GeoGebra* com a representação gráfica das transformações:

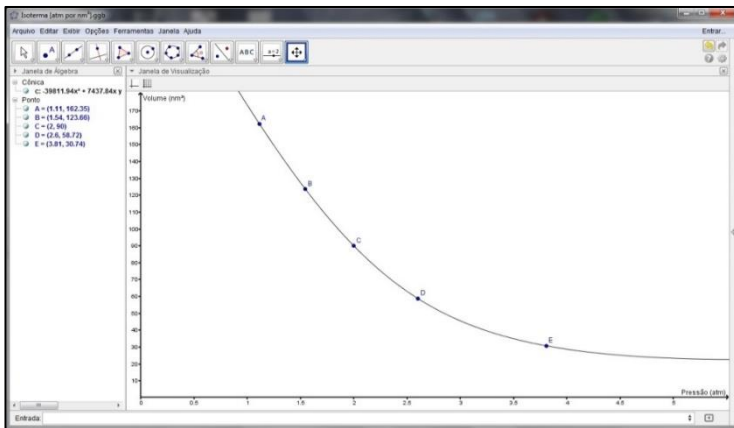


Figura 2 – Representação gráfica da função isotérmica

Fonte: OLIVEIRA, W. C. et al. (2014, p. 7).

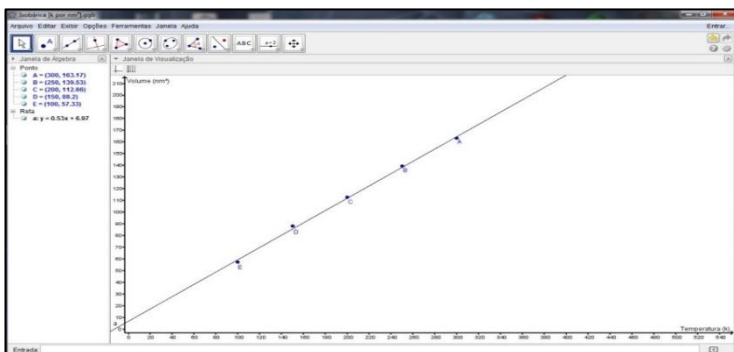


Figura 3 – Representação gráfica da função isobárica

Fonte: OLIVEIRA, W. C. et al. (2014, p. 7).

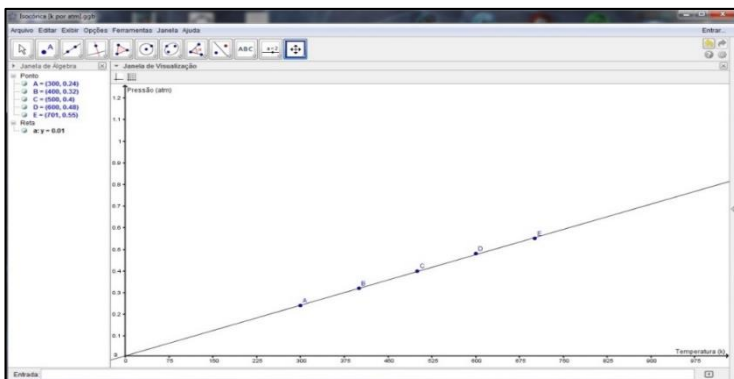


Figura 4 – Representação gráfica da função isovolumétrica

Fonte: OLIVEIRA, W. C. et al. (2014, p. 7).

Teoria da ação mediada

O quadro teórico delineado neste trabalho refere-se à contribuição intelectual de James V. Wertsch, denominada “análise sociocultural” (WERTSCH, 1999). O termo “sociocultural”, apesar de ser amplamente difundido entre pesquisadores contemporâneos em ciências humanas, possui herança intelectual enraizada nos trabalhos de Vygotsky, Luria, Leontiev e outros, ainda que a expressão “sócio-histórico” tenha sido utilizada por eles para descrever o método utilizado em suas pesquisas. Wertsch, por conhecer os trabalhos de Vygotsky, estruturou suas obras em três temas geradores: (a) confiança no método genético ou evolutivo; (b) a afirmação de que as funções mentais superiores derivam da vida social; (c) a afirmação de que a ação humana, tanto no plano individual como no social, é mediada por instrumentos e signos (WERTSCH, 1993, p. 36).

De acordo com Wertsch (1996), o acompanhamento dos estudos de Vygotsky no ocidente concentrou seus esforços no segundo tema devido a sua forma de relacionamento com a noção de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Entretanto, para seus estudos, Wertsch considerou o terceiro tema relativo à mediação, uma vez que:

[...] a mediação de instrumentos e signos é analiticamente mais interessante porque fornece a chave para compreender as mudanças quantitativas e qualitativas no desenvolvimento, assim como a transição das formas de funcionamento interpsicológico em intrapsicológico (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2011, p. 50).

Wertsch buscou explicar e estender a Teoria de Vygotsky, ao estruturar a base de análise do processo de elaboração de significados na Teoria da Ação Mediada, assim chamada pela proposta de análise da ação humana. Assim, as perspectivas socioculturais materializadas nas ideias de Wertsch por essa teoria são fortemente influenciadas pela ação humana, uma vez que tal ação emprega meios mediacionais ou ferramentas culturais essenciais e que moldam um cenário sociocultural

particular, situada em um contexto cultural, histórico e institucional. Segundo Wertsch (1999, p. 50), “a essência do estudo do agente e das ferramentas culturais na ação mediada é a análise de sua interação”, uma vez que toda a ação mediada é caracterizada por uma “tensão irreduzível” entre ambos. Essas ferramentas culturais não causam ação de forma mecânica pois, por si só, são incapazes de operar e dependem exclusivamente de um agente para poder causar impacto (PEREIRA; OSTERMANN, 2012).

Mesmo que seja caracterizada uma distinção analítica entre os meios mediacionais e os agentes, a relação entre ambos é tão fundamental quanto necessária, visto que qualquer ação a ser desenvolvida pelo agente necessariamente se utilizará de uma ferramenta cultural, mesmo que seja psicológica. Contudo, surge a dúvida: “quem está realizando a ação?” (Wertsch 1991, *apud* Wertsch, 1999, p. 52). Do ponto de vista da ação mediada será o agente em conjunto com a ferramenta cultural. Wertsch aponta ainda que o domínio de certas habilidades específicas mediante as ferramentas culturais provém da experiência. Portanto, ao considerarmos o ambiente escolar, caberá ao professor implementar atividades mais dinâmicas, de modo a auxiliar os estudantes a adquirirem certa confiança ao utilizar as ferramentas culturais. Entretanto, o professor não deverá apresentar apenas uma ou outra ferramenta cultural, mas um conjunto de opções, das quais Wertsch denomina por kit de ferramentas ou caixa de ferramentas (GIORDAN, 2013).

De acordo com Wertsch é crucial que o kit de ferramentas culturais possibilite e ao mesmo tempo restrinja a ação dos estudantes frente à aprendizagem, uma vez que os estudantes possuem habilidades específicas frente às ferramentas mediacionais, de modo a verificar qual ou quais as ferramentas culturais são mais adequadas para realizar determinada tarefa. Essa percepção é fundamental para a internalização dos conceitos e para o processo de *domínio* e *apropriação* do conhecimento por parte dos estudantes.

Os conceitos de *domínio* e *apropriação* são balizadores na avaliação dos níveis de processos de significação e internalização das ferramentas culturais. Durante esse processo, há uma grande tensão entre os processos mentais e as ações externas, já que não se pode conceber processos internos em oposição aos processos externos (GIORDAN, 2013). Segundo Wertsch (1999, p. 82), o processo de *domínio* é caracterizado em “saber como usar habilmente o meio mediacional”. Uma representação para esse conceito é o caso de o estudante saber resolver corretamente um algoritmo matemático proposto pelo professor, por exemplo, uma equação. Desta forma, o agente (estudante), passa a realizar com destreza (domínio) certa atividade no plano interno (processo mental - internalização) o que antes só era realizada no plano externo.

Saber utilizar uma ferramenta cultural não significa expressamente que o agente a tomou como sua, tornando-a parte de seu horizonte conceitual, pois ele pode simplesmente utilizá-la com diferentes graus de destreza (GIORDAN, 2013). Entretanto, quando o agente faz uso de uma ferramenta cultural com habilidade em situações adversas e descontextualizadas, consegue transitar entre diferentes esferas de comunicação. Por exemplo, quando o estudante resolve um problema que utilize uma ferramenta cultural conhecida, como uma equação, em outras áreas do conhecimento científico, diferentes daquela que ele aprendeu, ou ainda, em poder utilizar essa ferramenta cultural em situações não ligadas diretamente à sala de aula. A essa forma de internalização do conhecimento, Wertsch chama de *apropriação*.

Wertsch diferencia claramente *domínio* de *apropriação* em duas formas de internalização, quando é possível que alguém domine, mas não se aproprie de uma ferramenta cultural, assim como também é possível que *domínio* e *apropriação* estejam relacionados em maior ou menor grau ou em níveis diferentes. (GIORDAN, 2013). Para que ocorra o domínio e a apropriação de conceitos em atividades de ensino, GIORDAN (2013) argumenta que cabe ao professor promover atividades de investigação diversificadas e permitir que o estudante tenha o controle sobre elas para

observar os aspectos favoráveis ou não sobre os enunciados (conceitos) nas situações-problema em estudo. Assim, caberá ao estudante tangenciar esse conhecimento a outras esferas de comunicação e atividade. A seguir, apresentaremos o percurso metodológico desenvolvido na pesquisa e os resultados obtidos baseados na análise das respostas de quatro estudantes⁵ em um questionário com cinco questões-problema abertas para emissão de julgamento sobre as variáveis de estado (temperatura, pressão e volume) e as transformações de estado (isotérmica, isobárica e isovolumétrica).

Percurso metodológico

Esta pesquisa, de cunho qualitativo, foi implementada no período letivo de maio a junho, com a participação de 34 estudantes, regularmente matriculados no segundo ano do Ensino Médio, de uma escola pública da rede estadual pertencente ao município de Maringá, no Paraná. O local escolhido para o acompanhamento das aulas e para o desenvolvimento da unidade didática foi a sala de aula convencional e o laboratório de informática do colégio estadual, onde o professor regente da disciplina de Física e os pesquisadores desenvolveram todas as atividades necessárias ao longo de 14 aulas, sendo 7 aulas em sala de aula convencional, com experiências, fundamentação teórica e atividades sobre a Lei dos Gases Ideais (observações – pesquisador; relatórios e questionários – estudantes), e 7 aulas no laboratório de informática, com o uso de dois recursos digitais, inicialmente com o *software Propriedade dos Gases* (PhET), para a coleta de dados empíricos (preenchimento de tabela específica) e, posteriormente, com o *software GeoGebra*, para a construção dos gráficos das transformações de estado.

Ao final da implementação, os estudantes responderam dois questionários. Entretanto, por opção metodológica, apresentamos apenas

⁵ O critério de seleção dos estudantes que participaram da pesquisa foi seus comprometermos e disponibilidades, segundo cronograma apresentado, uma vez que parte da coleta de dados foi feita no contraturno escolar.

a análise das questões-problema de um deles, bem como a análise da captura de telas que representam os gráficos das transformações de estado dos gases ideais. O objetivo do questionário foi coletar dados que nos permitissem investigar, segundo a Teoria da Ação Mediada, evidências de “domínio” e de “apropriação” das ferramentas culturais utilizadas na elaboração de significados, sobre os conteúdos e conceitos trabalhados em sala de aula. Na prática, pretendeu-se verificar, com a utilização das ferramentas culturais (REA), se houve domínio e/ou apropriação (aprendizagem) dos conceitos em estudo.

Como referencial metodológico, adotamos a Análise Textual Discursiva (ATD), proposta por Moraes e Galiuzzi (2007), por ser adequada e cada vez mais utilizada em pesquisas qualitativas. Esse tipo de análise busca, segundo Moraes (2003, p. 191), “*aprofundar a compreensão dos fenômenos que investiga a partir de uma análise rigorosa e criteriosa de informações apresentadas em textos já existentes ou em outros produzidos por entrevistas e observações*”. Ainda de acordo com Moraes e Galiuzzi (2007), a ATD é composta por três etapas: a unitarização, a categorização e a captação do novo emergente. Os processos recursivos são mobilizados na construção de categorias para elaboração de novas compreensões, uma vez que a unitarização e a categorização se constituem como etapas para que novas compreensões possam ser produzidas, já que nesse tipo de análise “não se pretende testar hipóteses para comprová-las ou refutá-las, a intenção é a compreensão” (MORAES, 2003, p. 191). Assim, a ATD busca identificar e evidenciar enunciados nos materiais submetidos à análise para criar categorias e para produzir textos descritivos e interpretativos tomando como base de elaboração o sistema de categorias construído pelos pesquisadores (MORAES; GALIAZZI, 2007).

Resultados e discussão

Nesta análise, procuramos dar prioridade àquelas relações que se escoram no “tema” e no “contexto” dos significados atribuídos, de acordo

com a Teoria da Ação Mediada. Assim, o processo de significação que interpretamos aqui requisitou atenção especial ao tema concreto - alteração nos valores das variáveis de estado e comportamento ideal da amostra do gás analisado - e na identificação dos significados que estão sendo atribuídos às palavras que designam os conceitos. Também destacamos o reconhecimento dos significados reais dos conceitos - através da descrição, explicação ou da generalização - possibilitado, em nossa opinião, pela compreensão e valoração do tema significado.

A compreensão se baseou nas atitudes responsivas entre os sujeitos e seu interlocutor - professor, telas dos *softwares* e questões-problema aplicadas - e na relação dos significados com a realidade - no plano social ou interpsicológico. Foi possível perceber, por exemplo, nas Tabelas de 1 a 4, cujas cinco questões-problema se relacionam aos conceitos de “transformação de estado para um gás ideal”, que os estudantes se utilizaram de palavras bem próximas ao discurso do gênero científico, de modo a vincular seus enunciados aos dos outros - do professor, dos colegas e dos *softwares* de simulação. Aqui também existe o aspecto psicológico - no plano intramental - de julgar quais linguagens sociais e gêneros discursivos são mais apropriados no cenário sociocultural empregado, como na situação de ensino-aprendizagem em sala de aula.

O questionário aplicado em sala de aula foi estruturado com cinco questões-problema abertas, sendo elas: 1) Por que nas latas de aerossóis sempre vem a indicação de que não podem ser colocados em incineradores (nos incineradores, o lixo é queimado em temperaturas próximas a 1000K)? 2) Você já deve ter observado que caminhoneiros ou motoristas de ônibus batem com um martelo de madeira ou borracha nos pneus de seus veículos. Por que será que fazem isso? 3) Por que utilizamos a panela de pressão para cozinhar certos tipos de alimentos? Por que o tempo de cozimento é diferente nesses casos, em relação às panelas normais? 4) O que pode acontecer se utilizarmos uma válvula de panela de pressão muito mais pesada que a recomendada pelo fabricante? 5) Por que o botijão de gás de cozinha traz, na verdade, o gás “liquefeito” em seu interior?

Explique usando seus conhecimentos de Ciências. Os dados coletados pelo questionário foram organizados, unitarizados e categorizados, de modo a construir metatextos em busca de novos significados em um processo imprevisto, mas auto-organizado pelo pesquisador, assim como propõem Moraes e Galiazzi (2006, 2007).

Entendemos por domínio a utilização correta dos conceitos em situações próximas às do aprendizado formal. Já a apropriação representa a utilização adequada desses conceitos em situações diversas e conflitantes, fora do contexto inicial de aprendizagem. Destacamos ainda que existem níveis variados de *domínio* e *apropriação* e que sua interpretação também está atrelada a subjetividade interpretativa do investigador (WERTSCH, 1999). Abaixo, seguem as Tabelas, de 1 a 4, com os turnos de falas⁶ de quatro dos estudantes participantes da pesquisa, para as cinco questões, bem como a noção de *domínio* e *apropriação* das ferramentas culturais, segundo nossa interpretação, baseada na Teoria da Ação Mediada.

Tabela 1 – Respostas do estudante (BRU)

Questões	Respostas	Domínio/Apropriação
<i>Q₁</i>	<i>Porque além dos aerossóis são inflamáveis, e com o calor as moléculas se agitam e o aerossol pode explodir.</i>	Domínio
<i>Q₂</i>	<i>Eles fazem isso para ver se o pneu está cheio. Para que na hora que eles estiverem viajando a temperatura aumenta e o pneu se expande, e por isso eles veem se eles estão cheios e não tem nenhum defeito.</i>	Apropriação
<i>Q₃</i>	<i>Porque alguns alimentos são mais resistentes e ao cozinhar em uma panela de pressão ocorre o melhor cozimento do alimento. Porque além de uma pressão maior, a temperatura também aumenta, e já que não tem para onde a água evaporar o alimento tende a cozinhar.</i>	Apropriação
<i>Q₄</i>	<i>A gravidade tende a puxar para baixo, e já que a válvula é pesada acaba prendendo o ar, aí a pressão aumenta dentro da panela e isso pode levar a uma explosão.</i>	Domínio
<i>Q₅</i>	<i>Se tiver só o gás a pressão ou temperatura pode aumentar e ocorrer um maior risco de explosão.</i>	Domínio

Fonte: Elaborada pelos autores.

⁶ Em todas as respostas dos estudantes para o Questionário, apenas os erros de pontuação foram corrigidos durante a transcrição, mantendo-se assim a fidedignidade das mesmas, no instrumento de coleta de dados.

Tabela 2 – Respostas do estudante (CAM)

Questões	Respostas	Domínio/Apropriação
<i>Q₁</i>	<i>Pois com o aumento da temperatura as moléculas se agitam assim aumentando o volume fazendo com que a embalagem exploda.</i>	Domínio
<i>Q₂</i>	<i>Ele bate para ver se o pneu está murcho. Conforme o caminhão anda o pneu esquenta pelo atrito com o solo, fazendo com que o volume fique maior, mas durante esse processo o ar não pode sair deixando o pneu murcho.</i>	Apropriação
<i>Q₃</i>	<i>Pois a panela mantém o gás preso fazendo a pressão ser maior assim o alimento cozinha mais rápido.</i>	Domínio
<i>Q₄</i>	<i>Ela será muito pesada e prenderá o gás lá dentro assim ao esquentar e expandir ele não vai sair e a panela vai explodir pelo aumento de volume.</i>	Domínio
<i>Q₅</i>	<i>Pois se colocasse o gás em si ao esquentar as moléculas iriam se agitar e colidir entre si e com as paredes do botijão, já com o líquido isso demora mais para acontecer.</i>	Domínio

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 3 – Respostas do estudante (LET)

Questões	Respostas	Domínio/Apropriação
<i>Q₁</i>	<i>Por que as moléculas estão aprisionadas quando aquecidas vão se agitar e se expandir, por isso explode o recipiente.</i>	Domínio
<i>Q₂</i>	<i>Pois ele bate para ver se o gás que está dentro ainda está fazendo pressão então se mantém cheio. Ao rodar o atrito com o asfalto faz a temperatura subir, se a temperatura aumenta as moléculas se agitam expandindo seu volume.</i>	Apropriação
<i>Q₃</i>	<i>Por que a panela mantém o gás preso dentro, ao aumentar a temperatura as moléculas se expandem aumentando a pressão, por a pressão estar mais alta o alimento cozinha mais fácil.</i>	Domínio
<i>Q₄</i>	<i>Porque será muito pesada e prenderá o gás lá dentro assim ao esquentar e expandir ele não vai sair e a panela vai explodir pela colisão das moléculas na parede da panela.</i>	Apropriação
<i>Q₅</i>	<i>Por que se colocasse o gás em si ao esquentar as moléculas iam se agitar e começar colidir com elas mesmo e com a parede do botijão, já ao colocar o gás líquido ele demora um pouco mais ao chegar ao gasoso evitando essa colisão.</i>	Domínio

Fonte: Elaborada pelos autores.

Tabela 4 – Respostas do estudante (SAB)

Questões	Respostas	Domínio/Apropriação
Q ₁	<i>Porque a temperatura aumenta causando o aumento da pressão, que numa certa temperatura elevada provocará a explosão do aerossol.</i>	Domínio
Q ₂	<i>Para verem se o pneu não está muito cheio, porque conforme o aumento da temperatura causa alteração no volume.</i>	Domínio
Q ₃	<i>Porque quanto mais aumenta a temperatura da panela mais aumenta sua pressão, que faz com que os alimentos cozinhem rapidamente.</i>	Apropriação
Q ₄	<i>Como a válvula de pressão é mais pesada ela não consegue girar para que o vapor saia e a pressão se mantenha instável, se não acontecer isso o acúmulo de pressão pode provocar explosão da panela. (como o volume não se expande a pressão aumenta e a panela explode).</i>	Apropriação
Q ₅	<i>Deve-se usar o gás líquido, pois se usar somente o gás, o botijão pode explodir. Por que a temperatura aumenta causando alteração no seu volume, que pode ocorrer a explosão.</i>	Não Houve

Fonte: Elaborada pelos autores.

Para a primeira questão-problema: por que nas latas de aerossóis sempre existe a indicação de que não podem ser colocados em incineradores (nos incineradores, o lixo é queimado em temperaturas próximas a 1000K)? Os turnos de fala dos estudantes são apresentados a seguir: “[...] com o calor, as moléculas se agitam [...]” (BRU), “[...] com o aumento da temperatura as moléculas se agitam [...]” (CAM), “[...] as moléculas, [...] quando aquecidas vão se agitar [...]” (LET) e, com menor aproximação, “[...] temperatura aumenta [...]” (SAB). De acordo com essas afirmações, pode-se dizer que todas estão relacionadas ao aumento de temperatura no sistema gasoso. Como o sistema possui volume constante, o estudante (SAB) sinalizou aumento de pressão em consequência do aumento de temperatura, “[...] causando o aumento da pressão [...]”.

Dessa forma, a evolução da significação desses conceitos para o conteúdo de transformação isovolumétrica pode ser percebido nos turnos de falas dos quatro estudantes, pois indicam ser o processo de explosão da lata de aerossol, exposta a altas temperaturas, como consequência da intensa movimentação das partículas do gás, em função do aumento da energia cinética do sistema. Assim, se o gás contido for aquecido acima dos limites suportados pelo recipiente de volume constante, assume-se o risco

de explosão. Mesmo assim, os estudantes não apresentaram respostas adequadamente fundamentadas, segundo os conceitos em estudo.

Outra observação a ser considerada foi a expressão “*moléculas vão se expandir*” (LET), que, conforme nossa interpretação, aponta para falhas na significação, evidenciando que não ocorreu apropriação das ferramentas (conceito), pois a significação está fortemente vinculada ao tema e foi tomada do discurso do professor nas interações dialógicas. Porém a “expansão da molécula” foi tomada como expansão volumétrica, atribuindo à partícula individual a propriedade do conjunto – expansão de volume em função do movimento. Com relação aos gráficos construídos por esses estudantes, verifica-se que conseguiram representar satisfatoriamente a transformação isovolumétrica, como esperado pelo professor. Eles manipularam os *softwares* de simulação *Propriedades dos Gases* (PhET) e *GeoGebra* para, respectivamente, coletarem os dados e os representarem em forma de pares ordenados (x, y) para construir o gráfico (PxT) com a ferramenta *Reta de Regressão Linear*. Para o cruzamento dos dados obtidos, consideramos todas as situações em que foram produzidos significados.

Os quatro estudantes conseguiram transitar, de maneira apenas razoável, sobre a rede conceitual, no sentido de elevar o nível da significação para as transformações gasosas, visto que não se apropriaram (plano intrapsicológico) das ferramentas culturais (conceitos) para explicar o fenômeno em questão, mas, mesmo em menor grau de abstração (plano interpsicológico), as dominaram, apresentando termos bem próximos daqueles presentes na literatura e utilizados pelo professor em sala de aula. Em síntese, não houve apropriação da ferramenta conceitual em nenhuma das falas dos quatro estudantes. Contudo, eles apresentaram níveis de domínio conceitual ao responderem, de maneira considerável, a primeira questão-problema e ao utilizarem os dois *softwares* de simulação.

Para a segunda questão-problema: você já deve ter observado que caminhoneiros ou motoristas de ônibus batem com um martelo de

madeira ou borracha nos pneus de seus veículos. Por que será que fazem isso? Os turnos de fala dos estudantes mostraram que os motoristas de ônibus batem com um martelo de madeira ou borracha nos pneus para “[...] *ver se o pneu está cheio*” (BRU), “[...] *se o pneu está murcho*” (CAM), e “[...] *ver se o gás que está dentro ainda está fazendo pressão então se mantém cheio*” (LET). Outra resposta muito próxima a essas pode ser percebida na fala de (SAB): “*Verem se o pneu não está muito cheio*”.

Tais afirmações estão relacionadas à necessidade de o motorista bater com o martelo no pneu para verificar suas condições, se está murcho (baixa pressão); normal (pressão padrão) ou cheio (alta pressão). Em relação ao aquecimento do pneu, os quatro estudantes sinalizaram que conforme a temperatura aumenta o volume também aumenta, como pode ser verificado na fala de (BRU): “[...] *a temperatura aumenta e o pneu se expande [...]*” e (SAB): “*conforme o aumento da temperatura causa alteração no volume*”. De maneira complementar, respectivamente, (CAM) e (LET) sinalizaram que esse fenômeno está associado ao atrito do pneu com o solo, pois “[...] *esquenta pelo atrito com o solo fazendo com que o volume fique maior [...]*” e “[...] *Ao rodar, o atrito com o asfalto faz a temperatura subir, se a temperatura aumenta as moléculas se agitam expandindo seu volume*”.

Percebe-se que o estudante (LET) relaciona o conhecimento químico no nível submicroscópico, ao justificar que, com o aumento de temperatura, a energia cinética das partículas do ar tende a aumentar, proporcionalmente, o volume do pneu, expandindo-o. A evolução da significação desses conceitos para o conceito de transformação isobárica pode ser percebida nos quatro turnos de falas apresentados, pois indicam o processo de aumento de volume proporcionado pela intensa movimentação das partículas do gás em função do aumento da energia cinética do sistema decorrente do aumento de temperatura.

Em relação aos gráficos construídos pelos estudantes, verifica-se que todos conseguiram representar a transformação isobárica de maneira satisfatória, como descrito pela literatura. Contudo, uma pequena variação

foi encontrada na primeira representação gráfica do estudante (SAB), que, após utilizar a ferramenta *Reta de Regressão Linear*, verificou que todos os cinco pares ordenados (x, y) representados na janela de visualização/gráfica no *GeoGebra* não possuíam intersecção com a reta construída e, mesmo sendo uma reta crescente e representando a proporcionalidade entre as variáveis volume e temperatura, o estudante ficou com dúvidas se as informações coletadas no *software Propriedades dos Gases* (PhET) estavam corretas.

Essa situação ocorre quando são coletados valores de temperatura muito altos ou baixos, ou quando o volume do recipiente necessita se expandir e, por limitações do *software*, isso não acontece. De modo geral, os estudantes (BRU), (CAM) e (LET) apresentaram turnos de falas adequadamente fundamentados para explicar a questão-problema, assim como propõe Wertsch (1993, 1996, 1999) em relação ao maior grau de compreensão, a internalização, caracterizada pela apropriação da rede conceitual no sentido de elevar o nível de significação para as transformações gasosas (plano intrapsicológico) das ferramentas culturais, nesse caso, dos conceitos relacionados ao estudo da Teoria Cinética dos Gases Ideais.

Apenas o estudante (SAB) não apresentou considerações mais detalhadas sobre as variáveis envolvidas e suas relações no sistema gasoso. Assim, o estudante dominou, mas não se apropriou das ferramentas culturais, uma vez que apresentou termos muito próximos daqueles presentes na literatura e utilizados pelo professor, pois conseguiu transitar a rede conceitual de maneira superficial, mesmo com menor grau de abstração (plano interpsicológico).

Para a terceira questão-problema: por que utilizamos a panela de pressão para cozinhar certos tipos de alimentos? Por que o tempo de cozimento é diferente nesses casos, em relação às panelas normais? Os turnos de fala dos estudantes buscaram responder às duas perguntas da questão-problema ao mesmo tempo. Para a primeira delas, para os quatro estudantes, o uso da panela de pressão para cozinhar certos tipos de

alimentos está diretamente relacionado ao tempo de cozimento desses alimentos, pois “[...] a panela mantém o gás preso [...] assim o alimento cozinha mais rápido” (CAM) e “[...] faz com que os alimentos cozinhem rapidamente” (SAB). Os estudantes (BRU) e (LET) referiram que o uso da panela de pressão para cozinhar certos tipos de alimentos está condicionado a um melhor cozimento desses alimentos, uma vez que “[...] alguns alimentos são mais resistentes e ao cozinhar em uma panela de pressão ocorre o melhor cozimento do alimento” (BRU) e “[...] a panela mantém o gás preso dentro [...], o alimento cozinha mais fácil” (LET).

De maneira complementar, os quatro estudantes apresentaram outra justificativa em suas falas, a de que o cozimento do alimento na panela de pressão também está relacionado ao fato de o vapor de água não sair, como afirmou (BRU): “[...] não tem para onde a água evaporar [...]”, (CAM): “[...] a panela mantém o gás preso [...]” e (LET): “[...] a panela mantém o gás preso dentro [...]”. Essa condição pode estar, segundo nossa interpretação, relacionada ao fato de os estudantes tentarem explicar que a panela de pressão é fechada e não deixa o vapor de água sair. Assim, se o vapor de água não pode sair naturalmente, com o aumento de temperatura do sistema gasoso há também aumento de pressão, como sinalizou (CAM): “[...] a panela mantém o gás preso fazendo a pressão ser maior [...]” e (LET): “[...] a panela mantém o gás preso dentro [...], por a pressão estar mais alta o alimento cozinha mais fácil”. Como a panela de pressão é um sistema fechado, de volume constante, três dos quatro estudantes sinalizaram aumento de pressão no sistema em consequência do aumento de temperatura, assim como está descrito na literatura pela Lei de Charles e Gay-Lussac para transformação isovolumétrica. Tal justificativa pode ser percebida nas falas de (BRU): “[...] além de uma pressão maior, a temperatura também aumenta [...]”; (LET): “[...] ao aumentar à temperatura as moléculas se expandem aumentando a pressão [...]” e (SAB): “[...] quanto mais aumenta a temperatura da panela mais aumenta sua pressão [...]”. Entretanto, na fala do estudante (LET), ainda encontramos a indicação “as moléculas se expandem”, caracterizando que

a partícula individual foi tomada como expansão volumétrica, assim como já explicado na análise da primeira questão.

Em relação à análise dos gráficos construídos pelos estudantes, a terceira questão-problema apresenta a mesma base de dados em relação à primeira, pois a lata de aerossol e a panela de pressão possuem volume constante. Dessa forma, os gráficos construídos apresentam a mesma representação cartesiana.

Após a análise das respostas dos estudantes para a questão-problema, constatou-se que apenas (BRU) e (SAB) apresentaram respostas adequadamente fundamentadas, segundo os conceitos em estudo, pois conseguiram se apropriar da rede conceitual relacionada ao estudo da Teoria Cinética dos Gases Ideais. Entretanto, os estudantes (CAM) e (LET) conseguiram transitar apenas de maneira razoável sobre essa rede conceitual, pois apresentaram menor grau de abstração (plano interpsicológico).

Para a quarta questão-problema: o que pode acontecer se utilizarmos uma válvula de panela de pressão muito mais pesada que a recomendada pelo fabricante? Os turnos de fala dos quatro estudantes apresentaram que uma panela de pressão que tenha uma válvula de escape muito mais pesada que a recomendada tende a prender o “ar”, e conseqüentemente, há um aumento da pressão em seu interior, como pode ser observado nas falas de (BRU): “[...] já que a válvula é pesada acaba prendendo o ar, aí a pressão aumenta dentro da panela [...]” e (SAB): “[...] ela não consegue girar para que o vapor saia e a pressão se mantenha instável [...]”.

O estudante (SAB) se justificou muito bem, mas a palavra “instável” foi utilizada de maneira equivocada, pois se a válvula da panela de pressão girar, o vapor não ficará retido em seu interior e será eliminado para que a pressão se mantenha constante. Nossa interpretação aponta para a direção de que (SAB) tenha se confundido ao escrever sua justificativa, pois, de modo geral, seu argumento apresentou todas as unidades de significado de maneira adequada. Para os estudantes (CAM) e (LET), que se justificaram de maneira mais detalhada, tendo a panela de pressão uma

válvula mais pesada que o recomendado pelo fabricante, ela “[...] *prenderá o gás lá dentro assim ao esquentar e expandir ele não vai sair [...]*”.

Dessa forma, havendo o aumento de pressão até o limite suportado pela panela e proporcional à temperatura, essa tende a explodir, como justificaram todos os estudantes, uma vez que não há como aumentar o volume do recipiente, pois este é constante, como evidenciaram (BRU): “[...] *isso pode levar a uma explosão*”, (CAM): “[...] *a panela vai explodir pelo aumento do volume*”, (SAB): “[...] *como o volume não se expande, a pressão aumenta e a panela explode*”, e (LET): “[...] *a panela vai explodir pela colisão das moléculas na parede da panela*”. A análise das representações gráficas construídas pelos estudantes para essa questão é a mesma já apresentada para a primeira e terceira questões-problema. Dessa forma, não há novas informações para serem consideradas.

Portanto, após a análise dos turnos de fala dos estudantes, apenas (LET) e (SAB) apresentaram respostas adequadamente fundamentadas, pois conseguiram se apropriar da rede conceitual relacionada ao estudo da Teoria Cinética dos Gases Ideais, transpondo o nível de significação para as transformações gasosas estudadas (plano intrapsicológico). Entretanto, (BRU) e (CAM) conseguiram transitar razoavelmente sobre a rede conceitual com um menor grau de abstração (plano interpsicológico), pois dominaram os conceitos em estudo, visto que suas justificativas são coerentes e os termos utilizados no discurso são bem próximos daqueles presentes na literatura e utilizados pelo professor.

Para a quinta questão-problema: por que o botijão de gás de cozinha traz, na verdade, o gás “liquefeito” em seu interior? Explique usando seus conhecimentos de ciências. Ao analisar os turnos de fala por unidades de significado, verificamos que os estudantes relacionam os conceitos de temperatura e pressão com o termo “explosão”, visto que o aumento de pressão no interior do botijão está relacionado diretamente ao aumento de temperatura para o volume constante. Dessa forma, se o gás do botijão não for liquefeito há uma maior possibilidade de explosão, como afirma (BRU): “[...] *a pressão ou temperatura pode aumentar e ocorrer um maior*

risco de explosão” e (CAM), pois “[...] ao esquentar as moléculas iriam se agitar e colidir entre si e com as paredes do botijão [...]” aumentando a pressão interna. O estudante (SAB) evidencia que “[...] se usar somente o gás, o botijão pode explodir [...]”, pois justifica a explosão “[...] porque a temperatura aumenta causando alteração no seu volume [...]”.

Os estudantes (BRU), (CAM) e (SAB) evidenciaram que, se o botijão de gás não for GLP e for exposto a um aumento de temperatura, diferente da temperatura ambiente, as partículas do gás contido no interior do botijão tenderão a se movimentarem em função do aumento da energia cinética do sistema, conseqüentemente aumentando a pressão interna, podendo acarretar na explosão do botijão. Portanto, se o gás contido for aquecido acima dos limites suportados pelo recipiente de volume constante, assume-se o risco de explosão.

Entretanto, mesmo o estudante (SAB) apresentando características que justificam o porquê de se ter o gás liquefeito de petróleo no interior dos botijões, acaba se confundindo ao afirmar que “*Deve-se usar o gás líquido [...]*”, o que está errado por definição, pois uma substância não “pertence” a um estado físico, mas está nele. Ela pode, sim, estar em mais de um estado físico, por exemplo, o ponto triplo da água, na qual ela se encontra nos três estados. Questão semelhante é apresentada por (LET): “[...] o gás em si ao esquentar as moléculas ia se agitar e começar colidir com elas mesmas e com a parede do botijão, já ao colocar o gás líquido ele demora um pouco mais ao chegar ao gasoso evitando essa colisão”. Ambos os estudantes utilizaram o termo “gás líquido” em suas justificativas, mas o correto é “gás liquefeito”.

De acordo com o contexto da análise, as respostas possuem unidades de significado razoáveis. A análise das representações gráficas construídas pelos estudantes não teve nenhuma modificação, como já evidenciadas na primeira, terceira e quarta questões-problema. Dessa forma, não há novas informações a serem consideradas. Após analisar o turno de fala dos quatro estudantes, nenhum deles apresentou respostas adequadas para explicar a questão-problema no nível de apropriação (plano

intrapicológico). Contudo, os estudantes (BRU), (CAM) e (LET) conseguiram transitar sobre a rede conceitual apenas de maneira razoável, com menor grau de abstração (plano interpsicológico), pois dominaram os conceitos em estudo, visto que suas justificativas são coerentes e os termos utilizados no discurso são aceitáveis e não apresentam perda de significado. O estudante (SAB) não apresentou justificativas convincentes, a fim de responder, segundo seus conhecimentos de ciências, o porquê de o botijão de gás de cozinha trazer em seu interior o gás liquefeito. Em suma, as justificativas sinalizadas pelos estudantes estão relacionadas ao gás não ser liquefeito no interior dos botijões de gás de cozinha, pois sua liquefação é feita para reduzir seu volume e, principalmente os riscos de explosão.

Considerações finais

Com relação às nossas questões iniciais de pesquisa, os resultados apontam para uma perceptível interferência dos dispositivos digitais na significação dos enunciados relacionados ao nosso tema de estudo. Com base na evolução da significação dos conceitos, ficou evidente, tanto no emprego do gênero discursivo – que se modificou ao longo da implementação da sequência didática proposta – como nos níveis de elaboração conceitual, desembaralhando conteúdos que foram, nas aulas introdutórias, apenas noções de senso comum sobre a visão cientificamente aceita, a interferência positiva dos recursos digitais.

As evidências foram, em nossa opinião, mais contundentes ainda, sobre essa interferência, na elaboração dos gráficos das transformações de estado, onde praticamente todos os estudantes investigados obtiveram resultados muito próximos do que os professores costumam utilizar para representá-las. Quanto à segunda de nossas questões, não podemos apresentar, aqui, considerações muito conclusivas a respeito de *domínio* e *apropriação* dos gêneros discursivos, típicos da Química escolar pelos estudantes, como contribuição exclusiva dos recursos digitais utilizados.

Embora tenhamos que reconhecer a sua importância, sabemos através dos trabalhos desenvolvidos por vários outros pesquisadores (citados inclusive neste trabalho), que outros instrumentos mediadores são capazes de levar, de forma consistente, à apropriação desse tipo de gênero discursivo. Nossas análises apontam que houve “domínio” das ferramentas culturais pela maioria dos estudantes participantes da investigação em relação aos conceitos estudados (as variáveis de estado – pressão, volume e temperatura – e as transformações gasosas – isotérmica, isobárica e isovolumétrica) mediante o desenvolvimento das atividades da unidade didática. Enquanto houve “apropriação” das ferramentas culturais por uma parcela menor desses mesmos estudantes e nas mesmas condições de estudo. *Domínio* e *apropriação* são duas formas de internalização, onde é possível que alguém domine, mas não se aproprie de uma ferramenta cultural, assim como também é possível que *domínio* e *apropriação* estejam relacionados em maior ou menor grau.

Portanto, se considerarmos que os níveis de *domínio* e *apropriação* são balizadores para a presença do gênero discursivo em relação à aprendizagem, podemos afirmar que a maioria dos estudantes investigados conseguiu transitar sobre a rede conceitual, de maneira aceitável, entre o maior grau de abstração (plano intrapsicológico) e, de maneira apenas razoável, para o menor grau de abstração (plano interpsicológico), pois poucos estudantes não dominaram os conceitos e/ou se apropriaram deles, durante o desenvolvimento das atividades.

Referências

ARAÚJO, E. S. N. N.; CALUZI, J. J.; CALDEIRA, A. M. A. (orgs.). Divulgação científica e ensino de ciência: estudos e experiências. In: YONEZAWA, W. M.; SOUZA, A.R. **Conhecendo os aspectos técnicos e as oportunidades das TIC como ferramentas aplicadas ao ensino**. São Paulo: Escrituras, p. 220-246, (Educação para a Ciência, v. 07), 2006.

ATKINS, P. W. **Físico-Química**. Horácio Macedo (trad.). vol. 1. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

BARBERA, J., et al. PhET. **Propriedades dos gases**. [Software]. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/gas-properties>.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN): terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais**. Brasília, DF: MEC/SEF, 174p., 1998.

GERÔNIMO, J. R.; BARROS, R. M. O.; FRANCO, V. S. **Geometria Euclidiana Plana: um estudo com o software Geogebra**. Maringá: EDUEM, 2010.

GIORDAN, M.; **Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados**. 1. ed. Ijuí: Unijuí, reimpressão, 328p. - (Coleção educação em ciências), 2013.

GOMES, L. C.; **Representação Social dos autores dos livros didáticos de física sobre o conceito de calor**; Tese, 198f., Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática – PCM/UEM, Maringá, 2012.

HOHENWARTER, M.; HOHENWARTER, J. **Introduction to GeoGebra: version 4.4 - Manual**. nov. 2013. Disponível em: <<http://www.geogebra.org/book/intro-en.pdf>>. Acesso em 25 jun. 2018.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Editora 34, 264p., 1999.

MARQUES, A. C., CAETANO, J. S. Utilização da Informática na Escola. In: MERCADO, L. P. L. (org.). **Novas tecnologias na educação: reflexões sobre a prática**. São Paulo: Edufal. Cap. 04, p. 131-168, 2002.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 09, n. 02, p. 191-211, 2003.

_____.; GALIAZZI, M. C. Análise textual discursiva: processo construído de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 12, n. 01, p. 117-128, 2006.

_____.; _____. **Análise textual: discursiva**; Ijuí, RS: Unijuí, 2007.

OLIVEIRA, M. P. P.; POGIBIN, A.; ANDRADE, R. C. O.; ROMERO, T. R. Luz. **Física em contextos: pessoal, social, histórico: energia, calor, imagem, som**. 1 ed. São Paulo: FTD, 2010.

OLIVEIRA, W. C.; CIRINO, M. M.; Santin Filho, O.; SIQUEIRA, F. Utilização e avaliação de recursos educacionais abertos no ensino de Gases Ideais: uma proposta de trabalho para o segundo ano do ensino médio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS (SINECT), 4., 2014, Ponta Grossa (PR). **Anais....** Ponta Grossa (PR): Editora da UTFPR, v. único. p. 01-14, 2014.

OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. H. **Teorias de Aprendizagem**. Porto Alegre: Evangraf; UFRGS, 58p. 2011.

PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação (SEED). Superintendência de Educação. **Diretrizes Curriculares da rede pública de Educação do Paraná (DCE): Física**. Curitiba: SEED/PR, 98p, 2008.

_____. **Diretrizes Curriculares da rede pública de Educação do Paraná (DCE): Matemática**. Curitiba: SEED/PR, 82p, 2008.

_____. **Diretrizes Curriculares da rede pública de Educação do Paraná (DCE): Química**. Curitiba: SEED/PR, 76p, 2008.

PEREIRA, A. P.; OSTERMANN, F. A aproximação sociocultural à mente, de James V. Wertsch, e implicações para a educação em ciências. **Ciência & Educação**. Bauriu, v. 18, n. 01, p. 23-39, 2012.

VALENTE, J. A. (org.). **O computador na sociedade do conhecimento**. 1. ed. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999.

_____. **A espiral da espiral de aprendizagem: o processo de compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação na educação**. José Armando Valente. UNICAMP/Instituto de Artes – Tese de Livre Docência. Campinas, SP, 2005.

WERTSCH, J. V.; Apresentação. In: Vygotsky, L. S.; LURIA, A. R. **Estudos sobre a história do comportamento: o macaco, o primitivo e a criança**. Porto Alegre: Artes Médicas, p. 09-13, 1996.

_____. **La mente en acción**. 1. ed. Buenos Aires, AR. Aique, 304p. – Colección Psicología Cognitiva y Educación, 1999.

_____. **Voces de la Mente**: un enfoque sociocultural para el estudio de la Acción Mediada. Traducción de Adriana Silvestri. Visor distribuciones: Madrid. Colección: Aprendizaje, n. 92, 1993.

ZANON, L. B.; MALDANER, L. O. (orgs.). Fundamentos e propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil. In: dos SANTOS et al. **Química e Sociedade**: ensinando Química pela construção contextualizada de conceitos químicos. Ijuí: Ed. da Unijuí, p. 67-88, 2007.

Capítulo 5

Concepções de alunos sobre experimentação investigativa em Química: ênfase na interação social

Rebeca Zuliani Galvão ¹

Gustavo Bizarria Gibin ²

Atividades experimentais investigativas no ensino de Química

O ambiente escolar está cercado de possibilidades para despertar e aguçar o interesse dos estudantes por inúmeros fenômenos, e por isso, o professor e os estudantes podem emergir em metodologias e instrumentos didáticos que possam favorecer ainda mais o interesse e envolvimento durante as aulas, nesse contexto, o foco desse estudo se encontra direcionado ao ensino de Química.

Existem diversas possibilidades para tornar os estudantes mais ativos no desenvolvimento de suas habilidades e conhecimentos, uma delas é a experimentação, que apresenta uma função essencial para aprender conceitos, pensar cientificamente e compreender a natureza por meio do fazer ciências (KASSEBOEHMER; HARTWIG; FERREIRA, 2015).

Muitos benefícios são desenvolvidos por meio da atividade experimental didática-pedagógica, como facilitar a compreensão de

¹ Mestre em Ensino e Processos Formativos (UNESP). Integra o Grupo de Pesquisa em Metodologia em Ensino de Ciências (GPMEC). rebecazuliani@hotmail.com.

² Doutor em Ciências (UFSCar). Docente da UNESP - Faculdade de Ciências e Tecnologia - Campus Presidente Prudente. Coordena o Grupo de Pesquisa em Metodologia em Ensino de Ciências (GPMEC). gustavo.gibin@unesp.br.

conceitos científicos, desenvolver as habilidades práticas e possibilitar a interação entre os estudantes e com o professor. No entanto, nem sempre a experimentação faz parte das aulas de Química nas escolas e muitas vezes, quando ocorrem, não há um direcionamento ou objetivo específico que promova o pensamento reflexivo, se limitando a sequência de técnicas de um roteiro previamente estabelecido. Isso pode estar relacionado as concepções distorcidas sobre as Ciências, que geram dúvidas e fazem parte das interpretações de muitos educadores e estudantes. Gil-Perez et al. (2001), apresentam sete visões distorcidas sobre a Ciência: 1) Visão empírico-indutivista e ateórica: é dada uma excessiva importância à observação e à experimentação, realizada de maneira neutra, ignorando as hipóteses e teorias existentes para a investigação científica; 2) Visão rígida, algorítmica, exata e infalível: é considerado que o conhecimento científico deve seguir uma sequência de etapas rígidas e mecânicas; 3) Visão aproblemática e ahistórica: o conhecimento científico é considerado uma verdade absoluta, pronta e acabada, e além disso, não inclui o momento histórico que influenciou sua construção e evolução; 4) Visão exclusivamente analítica: é realçado o caráter limitado e fragmentado dos estudos científicos, sem vínculos com outros campos de conhecimento; 5) Visão cumulativa de crescimento linear dos conhecimentos científicos: apresenta uma percepção simplista e cumulativa dos conhecimentos científicos, não evidenciando seus momentos de revoluções científicas; 6) Visão individualista e elitista da ciência: os conhecimentos científicos são considerados apenas resultados de investigações individuais, desvalorizando a importância do trabalho coletivo; 7) Visão descontextualizada, socialmente neutra da atividade científica: é destacada uma imagem incoerente dos cientistas, em que são considerados seus interesses e as relações que existem entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), assim como as questões éticas envolvidas.

Essas concepções deformadas, sem reflexão crítica sobre o papel das ciências e a sua construção, acabam por influenciar diretamente na decisão de inserir práticas experimentais durante as aulas. Caso o professor opte

por realizá-las, e eventualmente apresenta alguma dessas concepções, como a existência de um método rígido, falta de relação com os conhecimentos existentes e sua relação com os aspectos históricos, sociais e políticos, pode não contribuir para a construção do conhecimento dos estudantes, além de disseminar uma imagem inadequada do fazer científico.

Comumente os experimentos ao serem realizados na escola, acabam por induzir uma aplicação técnica de um roteiro pré-estabelecido, sem nenhuma explicação, contextualização ou análise crítica do mesmo. Em muitos casos, não é realizada uma explicação sobre o procedimento antes, durante ou após a sua aplicação. Para Carrascosa, Gil-Pérez e Vilches (2006), o roteiro que sugere uma “receita pronta” caracteriza os experimentos como simples manipulações procedimentais, o que limita as diversas possibilidades para o desenvolvimento do conhecimento.

Os experimentos demonstrativos são escolhas comuns para implementar a experimentação nas aulas de Química. Essa opção alguma vezes está atrelada a falta de recursos, tempo ou a periculosidade de tais procedimentos. Vale ressaltar que é possível utilizar em muitos experimentos, materiais simples e de fácil acesso. A experimentação demonstrativa pode ser considerada um instrumento de grande valia quando o estudante é convidado a refletir sobre o que está vendo, caso contrário, algo que poderia ser enriquecedor para a aprendizagem se torna vazio e, apenas o “show da Química” se concretiza. Segundo Borges (2002), a organização das aulas experimentais pode ocorrer de diferentes formas e que, todas podem ser úteis, dependendo dos objetivos pedagógicos definidos.

Como apresentado, há várias possibilidades de realizar experimentos, seja de forma demonstrativa ou realizados pelos próprios estudantes. Independente da escolha, o destaque deve ser direcionado a capacidade de propiciar a reflexão e potencializar uma reflexão crítica frente as observações experimentais e habilidades técnicas desempenhadas. Nessa perspectiva, visando desmistificar o entendimento

sobre o conhecimento científico e contribuir para o processo de ensino e aprendizagem, este estudo encontra-se direcionado ao emprego de atividades experimentais investigativas.

Para Carvalho (2013), a experimentação investigativa não se limita na observação ou manipulação experimental, mas possibilita a resolução de problemas e conseqüentemente uma maior ação e reflexão diante das etapas de resolução do problema investigado pelos estudantes.

Zuliani (2006) ressalta que a aprendizagem por investigação possibilita a construção de habilidades e atitudes que contribuem para o desenvolvimento intelectual do estudante. Bianchini (2011) destaca que esse instrumento quando utilizado para fins pedagógicos, conduz situações capazes de despertar o prazer pela descoberta do conhecimento. Os autores Francisco Júnior, Ferreira e Hartwig (2008); Kasseboehmer, Hartwig e Ferreira (2015) apontam que professores e estudantes que participam de atividades investigativas relatam que tiveram momentos em que aprender se torna um prazer, o que nos permite observar um vínculo entre a motivação e a aprendizagem.

A atividade experimental investigativa sugere situações que busquem propiciar uma participação ativa e que favoreça a construção do conhecimento dos estudantes. Suart (2008) ressalta que nessa abordagem, o estudante deixa de seguir instruções prontas para resolver problemas que envolvem propor hipóteses, coletar e analisar dados. De maneira ampla, pode-se considerar que o uso de experimentos com abordagem investigativa propicia uma vivência mais autônoma e reflexiva do aprendiz.

A oportunidade para o estudante pensar, sugerir ideias e relacioná-las com conceitos científicos sugere características relevantes para a aprendizagem de Química. Nessa abordagem, portanto, o envolvimento e reflexão por parte do estudante torna-se maior, enquanto o papel do professor é modificado, pois ele atua como um guia no percurso escolhido pelo estudante, ao invés de induzir uma direção pré-estabelecida.

Atividade experimental investigativa por meio da interação social

Diante das possibilidades de realizar atividades experimentais investigativas, seja na qual os estudantes manipulam materiais ou até mesmo de forma demonstrativa pelo professor, o que precisa existir é o espírito questionador e reflexivo dos estudantes. Possibilitar a participação ativa dos estudantes para que os mesmos sejam protagonistas de suas decisões, potencializa o senso crítico e conseqüentemente o seu desenvolvimento intelectual.

Pensando no ambiente escolar e dando ênfase na atividade investigativa na qual os estudantes participam integralmente do desenvolvimento e manipulação experimental, comumente a turma se divide em grupos, a escolha pode provir de fatores diversos, como falta de espaço, otimização de materiais e equipamentos, melhor organização, dentre outros. Raramente, na sugestão de se formar grupos, as interações que ocorrem no percurso da atividade são consideradas e, os detalhes do processo que poderiam favorecer ainda mais o desenvolvimento de habilidades e aspectos cognitivos são simplesmente deixados de lado. Por isso, optou-se por vincular as características sócio-históricas de Vygotsky, especificamente a linguagem.

Nesta perspectiva sócio-histórica, a interação social e cultural está intimamente relacionada com a construção dos pensamentos dos indivíduos. Para Vygotsky (1984), o desenvolvimento psicológico ocorre por meio da internalização decorrente de um nível interpessoal para um intrapessoal e as alterações que ocorrem entre o indivíduo e o meio provém da mediação.

O processo de mediação utiliza instrumentos e signos que são construídos historicamente, abordando seus aspectos sociais e culturais. Segundo Vygotsky (1984), os instrumentos possibilitam realizar uma atividade externa, uma ação ou trabalho. Aproximando do ensino de Química, podemos mencionar os procedimentos experimentais, onde pode ser utilizada a chama do bico de Bunsen para determinado

aquecimento, um balão volumétrico para preparar uma solução, um sistema de destilação para separar determinado tipo de mistura, etc.

As ações e atividades internas são reguladas pelos signos, chamados por Vygotsky (1984) de instrumentos psicológicos e apresentam a função de auxiliar na resolução de problemas de nível mental, como lembrar, raciocinar, comparar, etc. Vygotsky (2008), destaca que os signos constituem a parte central na mediação das funções psíquicas. As palavras por exemplo, são símbolos que constroem os conceitos. Os conceitos por exemplo, inicialmente são construídos a partir de palavras e estas posteriormente, tornam-se seu símbolo, ao qual carrega significados específicos que foram atribuídos.

Peirce (2005) classifica os signos em ícone, índice e símbolo. Dentre as três classificações, a ênfase no estudo aqui apresentado direciona-se às palavras, que são consideradas signos simbólicos. As palavras apresentam significados e, com isso, interpretações sobre algo considerado concreto ou abstrato, como objetos, situações, emoções, etc. Os significados por vezes, dependem do contexto onde as palavras se inserem e dos conhecimentos cotidianos ou científicos que possuem cada indivíduo. Para elucidar melhor, considere uma aula de Química na qual seja mencionada a palavra fósforo. Os estudantes de acordo com o que sabem a respeito dessa palavra podem ser remetidos a pensar em palitos de fósforo ou no elemento químico fósforo (GOIS e GIORDAN, 2007). No processo de aprendizagem, é necessário estabelecer relações adequadas para significar os símbolos, interligando estes com as ideias que apresentam.

Ao pensar na escola, um ambiente coletivo, os conceitos podem ser aprendidos por experiências mediadas. Para Vygotsky (2008), o pensamento e a linguagem estão interligados e ao ser atribuído um significado à palavra, o pensamento passa a ser verbal e a fala racional. A linguagem constitui parte essencial na interação entre os indivíduos que contemplam a partir desta, uma variedade de conhecimentos e de vivências. À medida que compartilham os significados das palavras, estes são internalizados e contribuem para o desenvolvimento cognitivo.

A aprendizagem se inter-relaciona com o desenvolvimento à medida que os indivíduos interagem entre si. Esse processo ocorre na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), onde Vygotsky (1984) estabelece dois níveis, o real e o potencial. O real envolve a capacidade de realizar determinada função ou solucionar algum problema sozinho, enquanto que no potencial, o problema pode ser solucionado com o auxílio de outra pessoa capaz de efetuar determinada função. Em uma aula de Química, ao se pensar em um estudo sobre determinação da massa molecular, por exemplo, o estudante pode conseguir apenas escrever a fórmula molecular, encontrar os valores das massas atômicas separadamente, mas apresentar dificuldade para calcular a massa molecular. O professor pode mediar esse processo, fazendo questionamentos e orientando os estudantes na resolução. A partir do momento que o estudante consegue calcular a massa molecular sem o auxílio ou intervenção do professor, pode-se considerar que a aprendizagem por meio da interação com o professor passou do nível potencial para o real, indicando a importância da mediação.

No ambiente escolar evidencia-se um cenário onde ocorrem inúmeras possibilidades de interações entre os estudantes e destes com os professores, com uma diversidade de instrumentos e símbolos, mais especificamente a linguagem auxilia no processo de ensino e aprendizagem. O intercâmbio de significados que ocorre durante a interação entre os indivíduos na ZDP é fundamental para o desenvolvimento cognitivo do estudante (MOREIRA, 2015).

De maneira sucinta, pode-se considerar os instrumentos, símbolos, mediação e interação sociais, como elementos essenciais para a formação e aprendizagem de conceitos químicos. Nesse sentido, espera-se que o professor considere a escola um meio social no qual as interações ocorrem espontaneamente e que podem ser dirigidas na perspectiva de favorecer o ensino e aprendizagem.

O conhecimento científico engloba sistemas simbólicos acarretados de linguagem, conceitos e símbolos construídos mediante aspectos

históricos, culturais e sociais da humanidade. No ensino de Química, um importante objetivo direciona-se em possibilitar a construção desse conhecimento nos indivíduos e, nesse sentido, o estudante obtém o papel central no percurso da aprendizagem.

Diante de uma diversidade de ferramentas pedagógicas que permitem inserir os estudantes em situações mais ativas e potencializadoras, a experimentação investigativa apresenta importante destaque nas aulas de Química, inserindo o estudante em vivências que contemplam resoluções de problemas, planejamento e execução do trabalho em grupo, mediação do professor e utilização de instrumentos e signos.

Os problemas investigativos desafiam e envolvem os estudantes por meio da elaboração e testes de hipóteses, tornando-os mais ativos, ao passo que a mediação promovida ao longo do processo contribui para a transição dos conhecimentos de um nível potencial para o real. Nesse sentido, é interessante valorizar na elaboração de um problema investigativo, os conhecimentos cotidianos ou científicos internalizados nos estudantes que sejam utilizados na ZDP (VYGOTSKY, 1984).

A Ciência se faz por meio de uma contribuição coletiva do conhecimento. Nesse sentido, o desenvolvimento da atividade experimental investigativa no ensino de Química ao ser desenvolvida em grupo, intensifica as interações entre os próprios colegas, pode propiciar mais reflexões em meio aos instrumentos e signos que mediam o processo. Pode-se considerar como instrumentos experimentais as vidrarias, equipamentos e reagentes utilizados pelos próprios estudantes na resolução do problema e, essas ações, apresentam significados que se configuram conceitualmente à medida que se busca solucionar algo, não se restringindo apenas em simples manipulação.

A linguagem, utilizada como signo mediador essencial presente da interação verbal entre os estudantes e destes com o professor, influencia a elaboração do pensamento ao serem internalizados os conceitos. Segundo Machado (2004), o pensamento químico forma-se por meio de

significações e representações provenientes da linguagem. Vale ressaltar que a Química possui uma linguagem própria que transcende a linguagem verbal, por isso Carvalho (2013) relata que outros símbolos, como figuras, gráficos e a própria linguagem matemática devem ser consideradas na aprendizagem de conceitos químicos.

Os questionamentos gerados por meio da mediação do professor potencializam as reflexões na ZDP do estudante. A argumentação científica proveniente dos diálogos intenciona elaborar e discutir estratégias para a resolução de problemas, uma vez que propicia a reflexão frente as ideias e ações realizadas pelos estudantes.

De maneira geral, o ensino de Química quando envolve momentos de interação social por meio de atividades investigativas, promove a participação ativa do estudante na realização da manipulação experimental, construindo novos conhecimentos por meio da linguagem. Para Vygotsky (1984), à medida que surgem novos conceitos, os significados dos conhecimentos existentes são transformados e ocorre uma contínua reestruturação cognitiva do estudante.

Desenvolvimento de um minicurso nas aulas de química envolvendo experimentação investigativa

A escola tem um importante papel na aprendizagem dos conhecimentos científicos e oportunizar vivências que privilegiem o estudante durante esse percurso é essencial. Nesse sentido, buscamos utilizar a atividade experimental investigativa em uma abordagem atrelada aos elementos sócio-históricos de Vygotsky, enaltecendo o uso da linguagem durante as interações verbais, desafiando o estudante na ZDP durante o envolvimento ativo na experimentação investigativa. O objetivo central desse estudo foi analisar as concepções dos estudantes sobre a vivência em atividades experimentais investigativas, para tanto, partimos da seguinte questão de pesquisa:

Quais as concepções apresentadas pelos estudantes ao vivenciarem atividades experimentais investigativas articuladas aos elementos sócio-históricos de Vygotsky?

Para responder a questão desse estudo, a pesquisa foi realizada em uma Escola Estadual de Educação Básica que possui o Programa de Ensino Integral (PEI) e se encontra localizada no interior do estado de São Paulo. Esse programa tem como missão assegurar i) Formação acadêmica de excelência; ii) Formação para a vida: por meio de uma sólida base de valores e princípios; iii) Formação de competências para o século XXI: por meio de processos formativos e informativos e possibilidades de atuação no mundo produtivo (SÃO PAULO, 2014).

As aulas de Química são ministradas nas séries do Ensino Médio por uma professora licenciada em Química, também responsável por ministrar aulas de Física nessa instituição. Os participantes da pesquisa foram quatorze estudantes da segunda série do Ensino Médio que se disponibilizaram para participar voluntariamente desse estudo.

A pesquisa foi elaborada e realizada na intenção de obter dados qualitativos, priorizando a construção de significados ao longo do processo. Os desenvolvimentos das atividades ocorreram por meio do minicurso intitulado: “Um olhar Químico para o etanol”, em que foram abordados conceitos referentes a transformações químicas e físicas e foi realizado pela pesquisadora durante os horários das aulas de Química cedidas pela escola. O minicurso completo foi realizado em trinta horas, envolvendo sete momentos, mas a ênfase dada nesse estudo refere-se ao momento de avaliação, em que os participantes da pesquisa e a professora de Química fizeram sobre o minicurso.

O quadro 1 a seguir representa um panorama geral das etapas realizadas.

Quadro 1- Momentos propostos na pesquisa.

Momentos	Atividades desenvolvidas
1	Conhecer as visões e os conhecimentos já existentes no sujeito participante em relação à Química.

2	Introdução a construção do pensamento científico a partir da dinâmica da caixa.
3	Conhecendo conteúdos conceituais e técnicas experimentais.
4	Realização das atividades experimentais investigativas.
5	Estruturação coletiva do conhecimento e mediação da professora/pesquisadora.
6	Avaliação do minicurso pelos estudantes.
7	Impacto do minicurso na avaliação da professora.

Fonte: Autoria própria.

De maneira sucinta, no primeiro momento buscou-se por meio de um questionário saber os conhecimentos já existentes nos estudantes a respeito dos conceitos que seriam abordados de transformações da matéria, tipos e métodos de separação de misturas para assim, nortear os conceitos a serem abordados nas aulas necessários para o desenvolvimento da atividade experimental investigativa. No segundo momento, buscou-se elucidar a construção do pensamento científico utilizando uma dinâmica ao qual puderam testar e propor hipóteses de objetos que estariam dentro de uma caixa apenas verificando as evidências e posteriormente discutir com demais colegas da turma. No terceiro, foram estudados conteúdos conceituais e técnicas experimentais necessárias para a resolução posterior dos problemas propostos na investigação experimental.

As atividades experimentais foram vivenciadas no quarto momento e abordaram situações problemas envolvendo conceitos químicos e técnicas sobre a obtenção, separação e testes qualitativos para identificação do etanol. Os problemas envolvidos respectivamente nas investigações foram: i) Como podemos produzir o etanol a partir do caldo de cana? ii) Como podemos separar o etanol produzido a partir do caldo de cana fermentado? iii) Como podemos identificar se a substância obtida no processo de destilação do caldo de cana fermentado é realmente o etanol?

Os estudantes tiveram liberdade para escolher os materiais e executar os procedimentos experimentais desejados. Buscou-se nas etapas das investigações experimentais propiciar interações sociais, que integraram a linguagem oral e escrita: i) apresentação do problema inicial, envolvendo o tema; ii) elaboração de propostas por meio de interação

social para solucionar o problema; iii) planejamento e realização de testes experimentais das propostas sugeridas, com liberdade de escolha de materiais e procedimentos experimentais; iv) registros dos dados coletados e análise das evidências observadas nos experimentos realizados. Os participantes se dividiram em quatro grupos sem nenhum outro critério além da afinidade existente, foram formados dois grupos com três integrantes e, os outros dois, contendo quatro integrantes. Em seguida, o quinto momento privilegiou a discussão frente os resultados e conclusões obtidas no desenvolvimento das atividades. Essa etapa ocorreu entre os integrantes dos quatro grupos e mediação da professora.

Os estudantes após vivenciarem as atividades experimentais investigativas propostas, foram convidados a fazer uma análise, evidenciando suas perspectivas, dificuldades, aspectos positivos e negativos e suas possíveis contribuições para a aprendizagem. Ressalta-se que dados foram coletados por meio de um questionário contendo oito questões abertas. Por fim, no sétimo momento, a professora de Química da turma foi convidada, após cinco meses da aplicação do minicurso, a escrever um relato sobre o impacto nas aulas de Química referente aos estudantes que participaram das atividades experimentais investigativas propostas no minicurso.

Por se tratar de uma pesquisa qualitativa, onde a interpretação dos sentidos é essencial, optou-se em analisar os dados segundo Bardin (1977), com um procedimento para organizar e interpretar os dados consiste em fazer: i) pré-análise; ii) exploração do material; iii) tratamento dos resultados e iv) inferência e interpretação. Dessa forma, categorizou-se as respostas dos estudantes de acordo com os itens questionados: Satisfação em relação a atividade experimentais investigativa; Aspectos positivos das atividades experimentais investigativas.

Concepções dos estudantes sobre a vivência em atividade experimental investigativa

As respostas coletadas no questionário dos quatorze participantes foram analisadas e separadas em diferentes categorias, podendo ser enquadradas em mais de uma categoria. O quadro 2 apresenta as concepções dos estudantes sobre o minicurso e especificamente, sobre as atividades experimentais investigativas.

Quadro 2 - Concepções dos estudantes sobre o minicurso.

Itens questionados	Aspectos destacados	Frequência
Satisfação em relação a atividade experimentais investigativa	Realizar experimentos sozinhos.	10
	Aumentar o interesse em relação as aulas de Química.	5
	Possibilitar novas aprendizagens.	5
Aspectos positivos das atividades experimentais investigativas.	Aprender fazendo os experimentos.	7
	Elaborar propostas e estratégias.	5
	Trabalhar em grupo.	4
	Divertido.	3
Aspectos negativos das atividades experimentais investigativas	Utilização de fogo.	2
	Pouco tempo de duração e não poder sair sem terminar.	2
Opinião sobre o trabalho em grupo na resolução do problema.	Expor e discutir ideias, hipóteses e estratégias diferentes facilita a resolução.	14
Vantagens de realizar as atividades experimentais investigativas em grupos	Interação por meio de troca de ideias e informações com os colegas.	11
	Maior facilidade em aprender.	4
	Fazer experimentos.	3
	Ter mais confiança de falar em público.	2
Desvantagens de realizar as atividades experimentais investigativas em grupos	Conversas paralelas de alguns estudantes.	4
	Falta de interesse de alguns estudantes.	2
Aprendizagem do estudante frente a atividades experimental investigativa	Técnicas procedimentais e nomes dos materiais.	8
	Transformações químicas e físicas.	10
	Produzir o etanol.	8
	Conceitos químicos relacionados a diferenças entre os tipos de misturas, substância pura, mudança de estado físicos, processo de separação.	8
	Atuar como cientistas, testar hipótese resolver problemas.	6
	Trabalhar em grupo.	4
Dificuldades na durante a realização da atividade experimental	Escolher materiais e reagentes necessários.	3
	Descrever as propostas para solucionar os problemas.	2
	Esquematar o procedimento experimental.	1
	Realizar atividade experimental.	1
Sugestões para as próximas aulas de Química	Aumentar o número de aulas práticas com experimentos realizados pelos estudantes como no minicurso.	13
	Aulas mais divertidas em lugares diferentes da sala de aula.	3

Fonte: Autoria própria.

Todos os estudantes destacaram que gostaram de participar de atividades experimentais investigativas e de maneira geral, do minicurso. Os aspectos positivos apontados estão atrelados a oportunidade de realizarem os próprios experimentos, evidenciaram a contribuição para aprendizagem conceitual e habilidade procedimental, além de terem despertado de um maior interesse nas aulas de Química. Segundo Kasseboehmer; Hartwig; Ferreira (2015), tornar a escola um ambiente que faz o estudante se sentir bem tem sido um parâmetro importante considerado na educação escolar e que ao estreitar o elo motivação-aprendizagem, tem-se constatado um envolvimento mais intenso e possivelmente um avanço em relação à aprendizagem. Ressalta-se que a motivação é algo intrínseco que vai além da atração promovida apenas pelo aspecto visual do experimento.

As principais considerações positivas emergem em aprender fazendo experimentos, elaborar propostas e procedimentos experimentais, trabalhar em grupos e vivências de momentos mais divertidos e prazerosos. Uma minoria elencou aspectos negativos, um deles foi referente aos possíveis riscos em utilizar fogo em testes experimentais. Vale ressaltar que os estudantes foram orientados sobre todas as medidas de segurança individual e coletiva antes de iniciarem o manuseio de vidrarias, equipamentos e materiais, com a supervisão constante da professora pesquisadora. Além disso, não houve qualquer experimento que pudesse apresentar um maior grau de risco, mas essa precaução deve existir sempre que se optar em realizar procedimentos experimentais. Nota-se que a preocupação com a segurança demonstrou um desenvolvimento do pensamento crítico no estudante, que é uma das características das atividades experimentais investigativas. O tempo considerado curto e a solicitação de não interromper a realização das atividades foram elencados como pontos negativos. O planejamento do minicurso foi elaborado considerando as aulas disponibilizadas pela escola, e a solicitação de não fazer intervalos durante o desenvolvimento dos experimentos, foi necessário para maior precisão nos dados coletados.

Ao serem questionados sobre o trabalho em grupo, notou-se que houve maior facilidade na resolução do problema apresentado, pois na visão dos participantes, houve a contribuição com as trocas de ideias durante o planejamento, manipulação e reflexão sobre as proposições. Além disso, foi favorecida a autoconfiança, principalmente em relação a comunicação com os demais colegas na etapa de sistematização final, onde todos os grupos, com a mediação da professora, discutiram sobre as propostas apresentadas. A etapa de sistematização foi tão bem vista pelos estudantes que uma sugestão dos alunos foi possibilitar durante as atividades experimentais maiores momentos de integração entre os grupos. Houve críticas em relação as conversas paralelas que ocorreram em alguns momentos entre os participantes. Essa colocação evidencia o comprometimento em desenvolver a atividade de maneira a minimizar interferências.

Quando questionados sobre a aprendizagem, houve destaque em relação aos conhecimentos químicos sobre os temas abordados e ao desenvolvimento de habilidades procedimentais. Além disso, compreender a construção do conhecimento, o trabalho do cientista e aprender a trabalhar em grupos foram destacados nas respostas. Compreender o fazer Ciência é uma habilidade relevante e que deve ser considerada no ambiente escolar a fim de minimizar as interpretações distorcidas sobre a natureza das Ciências. Na perspectiva de Gil-Pérez e Valdés Castro (1996) e Gil-Perez et al. (2001), essas visões são comumente empregues e transmitidas dentro e fora das escolas. Em relação ao trabalho em grupo, vale ressaltar que este ocorre efetivamente quando as ações desempenhadas entre os indivíduos não se restringem em ações manipulativas, mas envolvam reflexão e construção de ideias, o que de fato, foi perceptível nas interações verbais entre os estudantes ao longo do desenvolvimento das atividades. Para Vygotsky (1984), o signo mais importante, ou sistema simbólico fundamental em todos os grupos humanos, responsável por permitir a interação social consiste na

linguagem, pois permite a comunicação entre as pessoas e os seus significados são compartilhados.

A maioria dos participantes não demonstrou ou relatou níveis elevados de dificuldades no desenvolvimento das atividades investigativas, os principais desafios apontados em ordem decrescente estão atrelados a escolha dos materiais e reagentes, proposições de hipóteses para a resolução do problema, esquematização e realização experimental. Participar de metodologias investigativas pode gerar inseguranças inicialmente, já que articular estratégias e se envolver de maneira crítica e reflexiva são fatores que infelizmente raramente são oportunizados na maior parte do desenvolvimento cognitivo dos estudantes durante a educação formal.

Dentre as sugestões apresentadas, a resolução de problemas envolvendo procedimentos experimentais em grupos, realizadas pelos próprios estudantes, foi majoritariamente pronunciada. A vontade de terem aulas mais divertidas e em lugares que não se restringissem apenas a sala de aula também foram citadas. Pode-se notar que existe um desejo em aprender, o que está em consonância com o sucesso da aprendizagem. Foi perceptível e eminente a satisfação e motivação em consonância com a vivência na resolução da experimentação investigativa e que, como evidenciado por Pozo e Crespo (2009), os aspectos intrínsecos a motivação conduz o estudante a refletir e compreender os significados do que se busca aprender.

De maneira geral, destaca-se que a realização de atividades experimentais investigativas nas concepções dos estudantes foi capaz de proporcionar aprendizagem de conceitos químicos, habilidades procedimentais, desenvolvimento de trabalho com atuação efetiva e mais autonomia dos integrantes dos grupos para se chegar no mesmo objetivo, reflexão e desejo de mudanças, expressando suas expectativas e anseios para as aulas de Química da própria escola.

Análise da professora de Química sobre a participação dos estudantes

Para evidenciar o impacto da vivência em atividades experimentais investigativas e possibilidades de mudanças cognitivas, comportamentais e o desenvolvimento de habilidades dos estudantes que participaram do minicurso, a professora de Química foi convidada após cinco meses da aplicação do projeto na escola, para relatar de maneira sucinta, características observadas nesses estudantes durante as aulas. O relato da professora está expresso a seguir com alguns trechos que foram destacados em negrito pela pesquisadora, por estar em consonância com este estudo.

Sou formada em Licenciatura Plena em Química pela FCT UNESP em Presidente Prudente e componho o quadro de magistério do Estado de São Paulo desde 2014. Desde o início de 2018 sou Professora do Programa Ensino Integral e atuo nessa escola ministrando as aulas de Química, Física e da parte diversificada do programa. Este visa a formação integral do aluno para que se torne um jovem autônomo, solidário e competente; e para isso uma das premissas do programa é o desenvolvimento do Protagonismo Juvenil, o projeto da pesquisadora Rebeca, veio **enriquecer nossas práticas** e claramente colaborou com esta premissa. O projeto “Um olhar químico para o etanol” nos **encantou desde o primeiro momento**, pois possibilitou aos alunos a escolha de participar ou não das aulas, os alunos puderam **resgatar conceitos já vistos em anos anteriores**, tiveram **contato com equipamentos e vidrarias** vistos apenas em livros e internet, mas o principal ganho foi no **desenvolvimento da autonomia** através da prática investigativa que entendo ser a base do projeto realizado. Durante o desenvolvimento do projeto observei a **empolgação dos alunos** aumentarem, principalmente ao participarem de atividades práticas, os alunos criaram um **laço de respeito e amizade** com a pesquisadora, que ao meu ver, são de grande importância no **processo ensino-aprendizagem**. Tivemos muitos pontos de melhoria que se destacarem em nossos alunos após a realização do minicurso em nossa escola. Dentre eles, destaco a **pró-atividade na realização das práticas experimentais; questionamentos mais profundos buscando realmente entender o que está ocorrendo no experimento**, suas causas, fontes, teorias, replicabilidade, aplicações no dia a dia; destaco também o **desenvolvimento do trabalho em grupo**, no processo investigativo muitos **alunos que não eram ouvidos passaram a se destacar pelas boas ideias que muitas vezes**

culminaram no sucesso do resultado experimental. Observei um **avanço no processo de desenvolver o Protagonismo Juvenil** nos alunos participantes do projeto, além da **melhoria na comunicação desses alunos**, eles **ganharam autoconfiança e começaram a questionar mais nas aulas de Química e Física**, sendo possível um **diálogo mais aberto e com discussões mais profundas sobre Ciência**, que é extremamente enriquecedor. Sou muito grata pela escolha de realizarem o projeto em nossa Unidade Escolar, é um lindo projeto que merece continuidade e disseminação nas escolas, um grande **auxílio aos professores que buscam desenvolver a Iniciação Científica e Autonomia nos seus alunos** (Professora de Química dos participantes da pesquisa).

A aceitação, recepção e acolhimento do projeto de pesquisa desde a coordenação, direção, professores e principalmente os estudantes, foram essenciais para o bom desenvolvimento da pesquisa, que ocorreu de maneira natural no ambiente escolar. Nesse sentido, sugere-se que a parceria entre escolas e universidades seja mais estreita, pois essa relação pode promover reflexões sobre a própria prática docente, dentre outros aspectos relevantes sobre o ensino e a educação.

As principais características observadas e elencadas pela professora foram: i) resgate de conceitos estudados em anos anteriores, mas que não apresentavam significados para os estudantes; ii) desenvolvimento de habilidades com equipamentos e vidrarias antes vistos somente em livros e sites da internet; iii) interesse e motivação; iv) respeito e confiança; v) proatividade nas aulas experimentais; vi) participação mais ativa; vii) autonomia e autoconfiança. Suart e Marcondes (2009) defendem a ideia de que as atividades na modalidade investigativa podem promover o desenvolvimento conceitual, atitudinal e cognitivo do estudante.

Ao resolver problemas utilizando técnicas procedimentais despertou nos estudantes a autonomia e a reflexão sobre a ação, que ocorre segundo Pozo e Crespo (2009), gradativamente, à medida que se adquire o controle das decisões experimentais, fazendo sozinho o que antes só desempenhava com o auxílio do professor ou roteiro experimental, evidenciando a aprendizagem na ZDP. Isso vai de acordo com Moreira (2015), que

descreve que a interação na ZDP do aprendiz consiste em um fator essencial para que ocorra o ensino, a aprendizagem e o desenvolvimento cognitivo.

A empolgação dos alunos foi perceptível pela professora da turma e também foi evidenciada nas falas e nos comportamentos dos estudantes. Bianchini (2011) destaca que essa metodologia possibilita conduzir situações capazes de despertar o prazer pela descoberta do conhecimento. Outro aspecto destacado foi o respeito e a amizade entre os participantes da pesquisa com a professora pesquisadora. Esse elo de confiança se caracteriza em um fator importante para desenvolvimento da autonomia e autoconfiança geradas por meio das interações verbais efetivas que foram oportunizadas aos estudantes.

O caráter proativo demonstrado pelos estudantes nas aulas de Química especialmente em atividades experimentais que foram oportunizadas pela professora da turma após o minicurso, foi evidente por meio dos questionamentos e diálogos na busca da compreensão dos conceitos químicos envolvidos, além de um melhor desempenho no trabalho em grupo e participação mais ativa com propostas e destaques de ideias provenientes de estudantes que antes não participavam das aulas. Essas características vão de encontro a interação social proposta por Vygotsky (2008), que contribui para o desenvolvimento cognitivo e autonomia dos estudantes.

Em síntese, a vivência em atividades experimentais investigativas desempenhou resultados significativos demonstrados a curto e médio prazo, evidenciando a internalização de conceitos, desenvolvimento de habilidades procedimentais e um relevante destaque nos aspectos atitudinais dos estudantes, que para Pozo e Crespo (2009) transcendem a escola, refletindo na conduta e comportamento cotidiano do estudante.

Considerações finais

Ao participarem de atividades experimentais investigativas em uma perspectiva de interação social, a avaliação feita pelos próprios estudantes participantes e pela professora da turma apontou uma maior participação e interesse nas aulas de Química, que ocorreu a construção de conhecimentos científicos envolvendo conceitos e técnicas procedimentais, além de competências atitudinais, relacionadas a autonomia, autoconfiança e um melhor desempenho nos trabalhos em grupos.

As características apresentadas estão em consonância com a questão de pesquisa que buscou responder *quais as concepções apresentadas pelos estudantes ao vivenciarem atividades experimentais investigativas articuladas aos elementos sócio-históricos de Vygotsky?* Notou-se que houve uma contribuição significativa no desenvolvimento cognitivo e atitudinal dos estudantes, favorecendo a construção do conhecimento científico e percepções sobre a natureza da ciência.

Diante desse estudo, destacamos que a atividade experimental investigativa realizada com foco nas interações sociais proporcionou aulas mais dinâmicas e atrativas para os alunos; uma participação mais ativa e reflexiva dos estudantes; aprendizagem conceitual, procedimental e um maior desempenho atitudinal, onde a autonomia, o espírito investigativo e a responsabilidade de se envolver em trabalhos em grupos foram adquiridos e contribuíram para a melhor compreensão e internalização de conceitos nas aulas de Química.

Referências

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 1977.

BIANCHINI, T. B. **O ensino por investigação abrindo espaços para a argumentação de alunos e professores do ensino médio**. 2011. 144 f. Dissertação (Mestrado em Educação Para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista

(Unesp), Bauru, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/90983>. Acesso em: 25 set. 2020.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Trindade, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002. DOI: <https://doi.org/10.5007/%25x>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607>. Acesso em: 20 set. 2020.

CARRASCOSA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. Papel de la actividad experimental en la educación científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Trindade v. 23, n. 2, p. 157-181, 2006.

CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. v. 1, p. 1-20.

FRANCISCO JÚNIOR, W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação Problematizadora: Fundamentos Teóricos e Práticos Para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 30, p. 34-41, 2008.

GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GIL-PÉREZ, D.; VALDÉS CASTRO, P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 14, n. 2, p. 155-163, 1996.

GOIS, J.; GIORDAN, M. Semiótica na Química: a teoria dos signos de Peirce para compreender a representação. **Química Nova na Escola**, n. 7, p. 34-42, 2007.

KASSEBOEHMER, A. C.; HARTWIG, D. R.; FERREIRA, L. H. **Contém química 2: pensar, fazer e aprender pelo método investigativo**. São Carlos: Pedro & João, 2015.

MACHADO, A. H. **Aula de química: discurso e conhecimento**. 2.ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2004.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: EPU, 2015.

PEIRCE, C.S. **Semiótica**. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 2005.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Diretrizes do Programa Ensino Integral: caderno do gestor do material de apoio ao programa ensino integral do estado de São Paulo**. São Paulo, 2014.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências e Cognição**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 50-74, 2009.

SUART, R. de C. **Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio em atividades experimentais investigativa**. 2008. 218 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, 2008.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. 4. ed. Trad. Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

ZULIANI, S. R. Q. **A Prática de ensino de química e metodologia investigativa: uma leitura fenomenológica a partir da semiótica social**. 2006. 380 f. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2006.

Capítulo 6

Gamificação é jogo? Construindo tessituras conceituais para o campo da didatização lúdica

*Lucas Muller*¹

*Maria das Graças Cleophas*²

Introdução

Na contemporaneidade, corriqueiramente, tem-se discutido e/ou almejado um sistema de ensino que possa atuar como instrumento de promoção de aprendizagens e favoreça uma formação humana mais crítica e reflexiva e, sobretudo, que tenha condições de contribuir positivamente para a construção de uma sociedade permeada por sujeitos ativos e engajados para o exercício da cidadania e compreensão de mundo. Essa premissa para a educação é um desafio à competência do docente, não obstante seja uma força estimulada pela busca de estratégias e ferramentas metodológicas de ensino que ressignifiquem o ambiente escolar em um local propício para a promoção do desenvolvimento de habilidades e competências aos estudantes, dentre elas o pensamento

¹ Mestrando em Educação em Ciências e em Matemática da Universidade Federal do Paraná - PPGECM/UFPR, Curitiba, PR. Integra o Núcleo de Desenvolvimento de Pesquisas em Ensino de Química (NuDPEQ).

² Docente da Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA). Lídera o Núcleo de Desenvolvimento de Pesquisas em Ensino de Química (NuDPEQ). maria.porto@unila.edu.br.

crítico, comunicação, resolução de problemas, aspectos motivacionais e colaborativos, autonomia e criatividade.

Nesse viés, ancorado pela literatura, evidenciam-se inúmeras possibilidades que demonstram significativos potenciais para o processo de ensino e aprendizagem, em especial àqueles com o intuito de instigar o protagonismo, envolvimento e motivação dos estudantes na construção do conhecimento. Nesse bojo, surgem as metodologias ativas que dão condições para que os alunos se coloquem no centro desse protagonismo em oposição ao papel de receptores passivos de informações. Atualmente há várias estratégias de ensino pautadas nas Metodologias Ativas, tais como o *Design Thinking*, a Aprendizagem Baseada em Jogos, a Aprendizagem Baseada em Problemas e Projetos, a gamificação, entre outras, e todas dão indícios que contribuem para o desenvolvimento de habilidades cognitivas de alto nível.

Em relação à gamificação, tem-se observado que esta temática vem se tornando um campo frutífero de estudos principalmente devido às contribuições que tangem os aspectos atrelados à motivação extrínseca e intrínseca, e ao engajamento dos estudantes no percorrer do processo de ensino e aprendizagem (BBVA INNOVATION EDGE, 2012). Ou seja, o crescente interesse da gamificação pode estar relacionado estritamente ao seu potencial de engajamento e motivação dos indivíduos, a partir da utilização de elementos dos jogos fora do seu contexto, com o intuito de estimular os sujeitos na resolução de problemas e promover a aprendizagem (KAPP, 2012). Dessa forma, a ideia de explorar tais benefícios se torna uma maneira de proporcionar um espaço mais interativo e atrativo aos estudantes, de forma que permita a construção de conhecimentos plurais, em especial o conhecimento científico.

Isto posto, a gamificação pode ser vista como um instrumento pedagógico, desde que esteja em consonância com os objetivos educacionais que visem possibilitar a exploração da criatividade e habilidade dos estudantes e, conseqüentemente, favorecer o processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, Brito (2017) argumenta sobre as

vantagens da utilização da gamificação, pois defende que ela instiga o envolvimento dos estudantes em atividades lúdicas, promovendo mudanças comportamentais que vão desde a cooperação social até a transformação de atividades maçantes em experiências prazerosas. Em vista disso, no contexto educacional, a didatização lúdica de conceitos científicos é uma estratégia vastamente viável para promover aprendizagens (CLEOPHAS, 2017). Portanto, o uso da gamificação na educação se conjuntura numa opção natural para todos os níveis de ensino (FREITAS et al., 2016).

Em conformidade com o exposto, compreendemos que a gamificação tem como premissa provocar mudanças comportamentais. Desse modo, ao aproximá-la para o contexto educacional, tem-se como meta, provocar mudanças na prática docente em sala de aula, pois requer uma postura capaz de fomentar o uso de estratégias inovadoras para o ambiente educacional, com amplo potencial para amenizar algumas das barreiras enraizadas pelo ensino tradicional. Contudo, uma prática pedagógica orientada pelos alicerces lançados pela gamificação, antes de tudo, requer um entendimento desse universo.

Diante de tal cenário, segundo Deterding (2012), a gamificação necessita percorrer sua trajetória na busca para elucidar seu potencial, ou seja, a necessidade de estudos e pesquisas que discutam o uso da gamificação e tragam fundamentos teóricos aos seus potenciais efeitos sobre as relações sociais e psicológicas dos indivíduos. Na atualidade, a gamificação é uma área nova; percebe-se, ainda, uma escassez de estudos e relatos empíricos que investiguem as potencialidades da utilização dos elementos dos jogos em processos de ensino e aprendizagem (HAMARI, 2013; HAMARI; KOIVISTO; SARSA, 2014; SEABORN; FELLS, 2015).

Nesse íterim, tendo em vista a necessidade de consolidação de bases teóricas que possam subsidiar a gamificação no contexto educacional, neste capítulo buscou-se avançar em relação ao entendimento desse instrumento pedagógico, visando possibilitar aos professores e/ou futuros pesquisadores contribuições para o desenvolvimento de pesquisas em

atividades com gamificação no contexto educacional. Nesse viés, apresentaremos as raízes históricas, definições, peculiaridades e categorização dos gêneros da gamificação, além de um apanhado de pressupostos teóricos e ferramentas e/ou recursos para aplicação da gamificação em atividades síncronas e assíncronas.

Raízes históricas: do antigo ao novo

Registros sobre a origem da gamificação presentes na literatura elucidam sobre possíveis precursores históricos paralelos e/ou seus possíveis estágios iniciais. Em vista disso, pode-se perceber e entender alguns elementos que levaram à constituição da gamificação. De acordo com Christians (2018), um dos primeiros exemplos de gamificação está relacionado ao marketing empresarial. Assim, um programa de recompensas lançado em 1896 nos Estados Unidos tornou a empresa Sperry and Hutchinson (S&H) amplamente reconhecida por atrair inúmeros clientes a diversos varejistas e supermercados, com o intuito de adquirir seus selos verdes promocionais que eram diretamente proporcionais aos gastos realizados em tais estabelecimentos; como resultado, havia a distribuição de prêmios pela S&H aos clientes mais consumistas (KAZEK, 2016).

Em seguida, por volta de 1908, um marco para a gamificação também foi o uso do sistema de distintivos (crachás) pelos Escoteiros da América, isto é, inicializaram o uso de um sistema de recompensas e/ou honorárias, adotado pela organização devido às habilidades dos escoteiros (CHRISTIANS, 2018). Mais tarde, em 1973, Charles Coonradt, ao fundar uma empresa de consultoria nos Estados Unidos, lança o The Game of Work, com o intuito de envolver os funcionários e tratar de questões problemáticas envolvendo a produtividade no trabalho (SMITH, 2014; GROWTH, 2019). Por volta de 1979, Roy Trubshaw e Richard Bartle desenvolveram o MUD1, o primeiro jogo virtual multiusuário do calabouço (TURCO, 2017; CHRISTIANS, 2018; GROWTH, 2019), o qual exerceria

grande influência sobre o delineamento da gamificação na atualidade, em virtude da natureza cooperativa entre os indivíduos.

Finalmente, a partir do início dos anos 1980, Thomas Malone lançou diversos trabalhos acadêmicos investigando o potencial dos videogames (DETERDING et al., 2011; CHRISTIANS, 2018), mais especificamente sobre a possibilidade de os designs desses jogos serem reutilizados em outras áreas, particularmente na área de educação (MALONE, 1981). Ou seja, Malone defendeu a ideia de que os jogos poderiam ser tratados como fonte de ‘heurísticas para interfaces agradáveis’ (DETERDING, 2012). Adicionalmente, Deterding et al. (2011) salientam que conceitos sobre a gamificação emergiram por meio de inúmeros estudos da interações homem-computador (HCI) e jogos ao longo da história.

Em 1981, segundo Smith (2014) e Growth (2019), é lançado pela American Airlines o primeiro programa de fidelidade de passageiros do mundo, intitulado AAdvantage, que consistia em oferecer recompensas por patrocínio frequente. Não obstante, em 1983, o Holiday Inn lança o programa de fidelidade de hotéis; da mesma forma, em 1987, a National Car Rental lança o programa de fidelidade de prêmio, para incentivar o aluguel de carros.

Logo, precisamos ter em mente que os primórdios da gamificação tiveram o intuito de instigar, fidelizar, motivar, mobilizar, socializar, cooperar e/ou engajar um grande número de pessoas em torno de uma meta ou treinamento, ou seja, um instrumento que buscava proporcionar e/ou estimular aos envolvidos ganhos significativos do ponto de vista econômico ou motivacional.

No entanto, apesar dos estágios iniciais a respeito da gamificação supracitados, além dos inúmeros outros que poderíamos citar, a tipologia do termo gamificação apenas começou a repercutir mundialmente em 2002 com Nick Pelling, ao desenvolver uma interface com design de jogos para uso comercial (MARTENS; MÜLLER, 2015; CHRISTIANS, 2018; GROWTH, 2019). Paralelamente, o movimento Serious Games Initiative, de suma importância, ganha força, estabelecendo a ligação existente entre

os jogos e treinamento, saúde, educação ou políticas públicas para além do entretenimento.

É certo, portanto, que a popularização e divulgação da gamificação se desenvolveram lentamente ao longo da história, tendo grande impulso e/ou notoriedade a partir de 2010, entre os pesquisadores e indústria (DETERDING et al., 2011; ELSAMAHY, 2017). Em uma apresentação realizada, Jesse Schell, professor e designer de jogos, declarou que os elementos e mecânicas de jogos iriam fazer parte da vida cotidiana (MENEZES, 2015).

A saga envolvida em busca de uma definição

Estudos que visam esclarecer a natureza da gamificação não trazem um consenso universal entre os pesquisadores (DETERDING et al., 2011; SEABORN; FELLS, 2015). Entretanto, evidenciam-se na literatura inúmeras definições sobre a gamificação (LANDERS, 2018). Por exemplo, segundo Kapp (2012), a gamificação é o uso de elementos dos jogos, mecânicas, estéticas e pensamentos aplicados em contextos não relacionados a jogos, com o intuito de instigar e motivar os indivíduos à ação e, assim, promover aprendizagens e resolução de problemas. Por outro lado, Huotari e Hamari (2012) consideram a gamificação um processo de melhoria de um serviço com recursos para experiências lúdicas, com o objetivo de auxiliar a criação de valor para o usuário. Zichermann e Cunningham (2011), por sua vez, argumentam que a gamificação faz uso da mecânica dos jogos, tais como desafios, regras, recompensas e níveis, para ressignificar ações diárias em atividades lúdicas, de modo a envolver os usuários. Igualmente, Werbach e Hunter (2012) salientam que a gamificação é o uso de elementos de jogo e técnicas de design de jogos em contextos de não jogo.

Por conseguinte, podemos notar conceitos paralelos, sobrepostos e/ou similares. Entretanto, em sua maioria, os autores demonstram concordar com os aspectos predominantes da gamificação propostos por Deterding et al. (2011). Logo, avançaremos na busca pelo entendimento sobre a denominação da gamificação.

A priori, de forma explícita, a gamificação está relacionada à natureza dos jogos (MARTENS; MÜLLER, 2016), porém, é muito importante deixarmos claro que conceitualmente tratam-se de situações distintas, ou seja, a gamificação não é um jogo (XU, 2012; ELSAMAHY, 2017; LANDERS, 2018). A gamificação geralmente é descrita por meio do uso de elementos dos jogos (MARTENS; MÜLLER, 2016; ELSAMAHY, 2017; SUBHASH; CUDNEY, 2018) numa situação de não jogo. E, segundo Deterding et al. (2011), os elementos do jogo são aqueles encontrados em grande parte dos jogos e que são representativos para a tipologia do jogo.

Podemos verificar, nas atividades gamificadas, que os elementos do jogo utilizados em sua maioria são, entre eles: prêmios, emblemas, tabelas, pontos, classificação e níveis (HAMARI, 2013; MARTENS; MÜLLER, 2016; SUBHASH; CUDNEY, 2018; SO; SEO, 2018), com o objetivo de propiciar e/ou instigar o público específico a mudanças no comportamento, mais precisamente ao promover o aumento de motivação e engajamento (DETERDING, 2012; HAMARI, 2013; ROBSON et al., 2015; VILLAGRASA et al., 2014; SAILER et al., 2016), de modo a despertar o interesse em uma determinada área ou tarefa (HUOTARI; HAMARI, 2012), estimular o direcionamento na tomada de decisões (HAMARI, 2013) e, assim, oportunizar aos usuários uma experiência prazerosa (DETERDING, 2012) e/ou gerar desafios e recompensas pessoais, psicológicas e sociais (McGONIGAL, 2011; VIANNA et al., 2013).

Nessa esteira de ideias, há estudos que compreendem a gamificação como sendo um jogo, uma vez que esse aspecto pode ser subjetivo, dependendo da perceptiva dos usuários ou designers (DETERDING et al., 2011). Para deixar mais claro, trazemos como exemplo o aplicativo *Duolingo*. Por meio dele, o usuário pode ter uma experiência de jogo, ou simplesmente adotá-lo como uma ferramenta completamente diferente, para aprender idiomas. Por outro lado, se pensarmos nos inúmeros outros sistemas gamificados – como o programa de recompensas dos cartões de crédito que buscam a fidelidade dos clientes ao distribuírem pontos e

vantagens –, perceberemos que o mesmo não apresenta tal liberdade de escolha, assim, não se trata de um jogo.

Portanto, essa característica nos parece ser fundamental para elucidar a diferenciação entre jogo e gamificação. Desse modo, uma gamificação pode até vir a ser um jogo, dependendo da percepção e experiências dos usuários ou designers, no entanto, é importante ressaltar que isso não representa uma regra fixa, pois as possibilidades para se propor e/ou experimentar atividades gamificadas são inúmeras. Ademais, é necessário deixar explícito que o jogo se caracteriza pela jogabilidade, ao passo que a gamificação não (STUDAR, 2015). Avançando nessa discussão, Caillois (1990) e Huizinga (2000) argumentam que o jogo é uma atividade de natureza voluntária, com o intuito de promover o prazer e o divertimento. Por outro lado, a gamificação não possui como característica marcante a liberdade de escolha do sujeito; exemplificando no contexto educacional, o professor pode exigir que o estudante faça a atividade gamificada, já o jogo ele não pode.

Para avançarmos nas discussões, é importante esclarecer que os elementos de design de jogos são classificados em cinco diferentes níveis de abstração, que estão ordenados do mais concreto para o mais abstrato, de modo a superar as taxonomias presentes na literatura (DETERDING et al., 2011). Portanto, os autores sugerem: 1) padrões de design interface, tais como *badges*, níveis ou *leaderboards*; 2) padrões de design do jogo ou de mecânica do jogo, que são aspectos usualmente recorrentes no design de um jogo e que dizem respeito à jogabilidade, tais como restrição de tempo e recursos; 3) princípios e heurísticas de design dos jogos, que dizem respeito às diretrizes para abordar ou avaliar problemas e soluções de design; 4) modelos de jogos que remetem às experiências proporcionadas por eles, como desafio, fantasia ou curiosidade; e 5) os métodos de design dos jogos, que discutem as práticas específicas do design de jogos.

Outro ponto relevante para Deterding et al. (2011) é que os jogos são compostos por vários elementos necessários, tais como regras e metas. No

entanto, o autor se questiona sobre como determinar quais os elementos de design que realmente pertencem ao jogo. Por um lado, uma abordagem liberal que fosse capaz de incluir todos os elementos presentes nos jogos poderia tendê-la ao infinito, ao ilimitado. Já uma abordagem mais restrita, que considerasse os elementos específicos dos jogos, poderia ser demasiadamente muito restritiva; assim, como sugestão dos autores, a gamificação deve se restringir aos elementos que são característicos dos jogos (DETERDING et al., 2011).

Por fim, essa definição deixa em aberto os contextos e as ferramentas para o uso específico da gamificação, ou seja, não trazem limitações e/ou restrições. Nesse sentido, pesquisadores acreditam que a gamificação pode ser um caminho e/ou estratégia inovadora e promissora para diversos contextos na busca por alternativas de resolução dos problemas contemporâneos (FERREIRA et al., 2017). Ademais, pode-se verificar que, na maior parte das vezes, a gamificação apresenta como característica recorrente: a indissociabilidade das tecnologias digitais (MENEZES, 2015). Isso, no entanto, não quer dizer que experiências gamificadas envolvam exclusivamente as tecnologias digitais, pois outros meios também podem desempenhar um papel de destaque no processo de gamificação. Dito de outra maneira, podemos inferir que há uma gamificação digital – GD (que depende intrinsecamente de ferramentas digitais) e uma gamificação analógica – GA (que não requer recursos tecnológicos por parte dos usuários que irão vivenciar a experiência gamificada), porém, ambas dependeriam dos recursos disponíveis em seu processo de ideação.

Dando continuidade a esta concepção, compreendemos, que a gamificação digital – GD e a gamificação analógica – GA podem ser ramificadas em vertentes síncrona, assíncrona ou mista. Por exemplo, no contexto educacional, o professor propõe e executa uma atividade gamificada digital – GD síncrona com seus estudantes, utilizando plataformas, tais como Kahoot, Plickers, Gametize, etc. Na assíncrona, o estudante pode realizar a atividade no melhor momento que achar viável. Em outras palavras, pode ser executada por meio de uma atividade

analógica, por exemplo, o estudante recebe uma página contendo vários QR code e precisa desvendá-los ou ainda, pode receber um código que dará acesso a um Quiz em plataformas como Worclap ou Quizizz.

Na gamificação analógica – GA assíncrona, o professor pode adotar sistemas de recompensas para instigar e envolver os estudantes na resolução de desafios, conjunto de enigmas ou quebra-cabeças. Por exemplo, o professor pode elaborar micro atividades que serão entregues aos alunos durante a sua aula. Por outro lado, se essas atividades desenvolvidas na busca pela resolução do desafio, enigmas ou quebra-cabeça forem permeadas pelo uso de plataformas do tipo Khan Academy, Seppo, etc., teremos nessa situação uma gamificação mista, composta, a priori, pela gamificação analógica – GA assíncrona e, em seguida, adentrando uma gamificação digital – GD, assíncrona ou síncrona.

Isto posto, compreende-se que é importante esclarecer que a ideia de ramificação síncrona e assíncrona proposta para gamificação digital – GD e gamificação analógica – GA está ancorada na perspectiva de um processo de virtualidade vivenciado na relação entre professor e estudante, ou seja, a comunicação síncrona ocorre entre os indivíduos em tempo simultâneo; por outro lado, a comunicação assíncrona espera o melhor momento dos sujeitos envolvidos, independe do tempo e do lugar, não estão conectados simultaneamente.

Nesse bojo, ancorado pela literatura, pode-se evidenciar tipologias para a gamificação. Nessa linha, Nicholson (2012) argumenta sobre a existência da gamificação baseada em recompensas, com o intuito de instigar a motivação extrínseca por meio do uso de recompensas externas, tais como níveis, pontos, tabelas de classificação, emblemas, etc. Por outro lado, versa também sobre a gamificação significativa, que implica em estimular a motivação intrínseca com base na autonomia, competência e relação social. Do mesmo modo, Santos, Silva e Matta (2017) identificaram cinco tipos de uso de gamificação no ensino de metodologia da pesquisa científica, a saber: gamificação de ambientes virtuais de aprendizagem, gamificação de atividades e do currículo da disciplina, gamificação do

ensino do letramento informacional, minigames e gamificação de atividades associadas a bibliotecas e uso de games comerciais.

Considerando essa discussão, e buscando avançar no entendimento sobre gamificação, parece-nos claro que há especificidades e nuances entre essas tipologias. Portanto, sugerimos, na Figura 1, uma proposição esquemática para distinção das variantes da gamificação.

Figura 1: Gamificação no contexto educacional.



Fonte: Elaborada pelos autores.

A partir dessa classificação, conforme observarmos na Figura 1, e na discussão supracitada, defendemos que, no contexto educacional, evidencia-se, claramente, que há distinção entre os tipos de gamificação, podendo ser classificadas em gamificação digital – GD e gamificação analógica – GA, não obstante, ramificada em vertentes síncrona, assíncrona e/ou mista. Ademais, também é possível termos um híbrido que resulta do uso da GD e GA, por exemplo, usando ferramentas da internet é possível montar um caça-palavras, elaborar enigmas, criar Qr codes com informações embutidas, além de inúmeras possibilidades que dependem da criatividade e letramento tecnológico de quem elabora. Após a montagem das atividades, elas podem ser impressas e entregues aos alunos para que resolvam de modo manual. Percebam que houve a necessidade de mesclar a GD com a GA. Cabe destacar ainda que esta capacidade flexível é bastante interessante para ser usada em diferentes ambientes e atender as suas necessidades.

Ao construir um sistema gamificado, Menezes (2015) discorre sobre as características que lhe são indispensáveis, no entanto, em muitos trabalhos encontrados na literatura elas podem ser tratadas simplesmente como elementos dos jogos. Sendo elas:

1. Sistema;
2. Jogadores;
3. Contexto de não jogo;
4. Pensamento de game (*Game thinking*);
5. Finalidade distinta do puro entretenimento;
6. Sistema de recompensas;
7. Abstração;
8. Interatividade;
9. Estética;
10. Elementos do Design de Jogos (Dinâmicas, Mecânicas e Componentes).

Em conformidade com todo o exposto, a gamificação não se limita meramente à elaboração de um jogo e/ou atividade lúdica. Pelo contrário, é por meio dos elementos de design dos jogos que se origina a interação lúdica para transformar atividades diárias mais envolventes aos usuários (SARANGI; SHAH, 2015). Ou seja, chegamos à conclusão de que gamificar é uma atividade lúdica e não pode ser tida como um jogo, mas apenas como uma variante do universo lúdico de possibilidades, sobretudo um instrumento pedagógico para promoção da motivação extrínseca e intrínseca dos usuários.

Empregabilidade da gamificação: possibilidades não faltam!

Ao longo do tempo, pôde-se observar o desenvolvimento de diversos produtos gamificados. Isto denota a extrapolação das fronteiras dos seus diferentes gêneros. Entre as categorias contempladas pela aplicabilidade da gamificação, podemos elencar Saúde, Educação, Marketing, Trabalho, entre outras (XU, 2012; LANDERS et al., 2018). A seguir, percorrendo essas categorias citadas, serão descritos e explicados tais gêneros da gamificação.

Trabalho

Esta categoria está relacionada com questões sobre engajamento e produtividade dos funcionários. Segundo Harter et al. (2002), os

funcionários engajados produzem comportamentos desejáveis, efetivos e comprometidos com o trabalho. Neste sentido, a gamificação tem despertado o interesse de especialistas em recursos humanos (RH), como uma iniciativa que oportuniza às organizações manter sua força de trabalho e competitividade, além de treinamento, processo de integração, desenvolvimento de talentos e gerenciamento de desempenho (SARANGI; SHAH, 2015), bem como melhoria nas relações sociais (SWACHA, 2016). Sob uma perspectiva mais individualizada do sujeito, também se pode caracterizar como sendo uma estratégia inovadora que visa a solução de problemas e o bem-estar individual, ou seja, a gamificação no trabalho pode trazer benefícios aos problemas contemporâneos nas organizações (OPRESCU; JONES; KATSIKITIS, 2014; FERREIRA et al., 2017).

Há relatos de organizações que possuem casos de sucesso envolvendo a gamificação no ambiente de trabalho, tais como L’Oreal, Deloitte e Starbucks (SARANGI; SHAH, 2015), entre outras. Ademais, nota-se que a gamificação no trabalho está se desenvolvendo internacionalmente, pois são encontrados estudos que discutem as experiências de países das Américas do Norte e do Sul, Europa, Ásia e Austrália (FERREIRA et al., 2017). Araújo e Pestana (2017), por sua vez, ao investigarem o bem-estar físico e social dos funcionários no local de trabalho, recorreram ao uso da gamificação para avaliar as habilidades dos funcionários ao se promover o trabalho em equipe e em prol de gerar sentimentos de satisfação e reconhecimento, criando, assim, um espaço saudável e competitivo dentro da organização.

Saúde

A adoção da gamificação na área da saúde em grande parte do contexto remete ao bem-estar dos indivíduos, não obstante, encontram-se casos na medicina, enfermagem, entre outros campos. Observam-se na literatura casos relacionados à promoção de hábitos de vida saudáveis e educação em saúde (EDWARDS et al., 2016; SARDI, 2017; FERREIRA,

2019), além de gestão/reabilitação de doenças crônicas (SARDI, 2017). Assim, quando aplicada ao campo da saúde, pesquisadores destacaram sete benefícios da gamificação: (1) motivação intrínseca; (2) acessibilidade por meio das tecnologias; (3) apelo entre o público; (4) aplicabilidade contra os riscos à saúde e ao bem-estar; (5) eficiência de custo-benefício da melhoria dos sistemas existentes; (6) ajuste da vida cotidiana; e 7) bem-estar (JOHNSON et al., 2016).

Também destacamos, por exemplo, o trabalho de Cafazzo et al. (2012), que desenvolveram um aplicativo de saúde móvel gamificado com o objetivo de automonitoramento da glicemia em adolescentes com diabetes tipo 1. Igualmente, Menezes (2015) relata sobre uma experiência exitosa do uso da gamificação para a promoção de hábitos saudáveis que vem sendo replicada em diversos países. Segundo o autor, em 2009, a gestão do metrô da cidade de Estocolmo (Suécia) transformou as escadarias convencionais em teclas gigantes de piano que reproduziam notas musicais que visavam incentivar os usuários a praticar exercícios físicos e, assim, demonstrar a importância para a saúde. Dessa forma, como resultado, houve um aumento considerável do uso da 'escada piano', em detrimento da escada rolante (KAPP, 2012). Ademais, existem aplicativos de saúde gamificados bem-sucedidos utilizando o Super Nintendo e o Nintendo Wii (EDWARDS et al., 2016).

Marketing

A competitividade entre as inúmeras organizações é um desafio para os profissionais de marketing, especialmente na conquista de novos clientes ou no engajamento dos clientes existentes com produtos e serviços (HAMID; KUPPUSAMY, 2017). Por isso, no marketing digital, geralmente a gamificação se faz presente em campanhas promocionais, sites corporativos ou no estabelecimento de relações comerciais com o intuito de promover a fidelização dos clientes, tanto antigos quanto novos (MENEZES, 2015), proporcionando benefícios sociais e motivacionais aos

usuários (HUOTARI; HAMARI, 2012). Portanto, a implementação da gamificação nos serviços de marketing é um importante aliado na busca pela conquista ou manutenção de clientes (HAMID; KUPPUSAMY, 2017).

Logo, a gamificação executada em dispositivos móveis, por exemplo, o celular, tem o potencial de propiciar importantes resultados para o varejo, devido ao seu potencial de entreter os clientes, acelerar a recompra e fidelizá-los, ou seja, a gamificação possui um importante papel no processo de decisão do consumidor (HOFACKER; RUYTER; LURIE, 2016). Um caso famoso de aplicativo gamificado foi o FourSquare. Ele atingiu cerca de 10 milhões de clientes com um modelo de negócios de sucesso. Esse serviço de rede baseado na geolocalização permite aos usuários fazerem *check-in* em locais diversos, como, por exemplo, os estabelecimentos comerciais – e, com isso, recebem virtualmente pontos e recompensas. Portanto, por meio de um sistema de pontuação, emblemas, níveis e quadros de líderes, há um forte envolvimento dos clientes para visitar um local e tornar-se um cliente fiel e, conseqüentemente, o “prefeito” do estabelecimento. Outrossim, as recompensas virtuais, como os “prefeitos” Starbucks ou emblemas, podem vir a ser convertidas em produtos reais, por exemplo, um café grátis (XU, 2012).

Educação

De maneira geral, a popularização da gamificação no contexto educacional tem despertado um interesse crescente de pesquisadores de diferentes países (BORGES et al., 2014; DICHEV; DICHEVA, 2017; MAJURI, KOIVISTO; HAMARI, 2018), que possuem como objetivo instigar e/ou proporcionar o engajamento, motivação e envolvimento dos estudantes (NAH; ZENG; TELAPROLU, 2014; SUBHASH; CUDNEY, 2018), bem como o desempenho dos estudantes (BORGES et al., 2014; DICHEV; DICHEVA, 2017). Por sua vez, estes estudos vêm demonstrando o potencial da gamificação para melhorar o aprendizado, quando bem planejada e aplicada corretamente.

Prontamente, estudos têm buscado compreender e elucidar os benefícios pedagógicos da gamificação, com foco nos aspectos afetivos, sociais, comportamentais e cognitivos (BORGES et al., 2014; DICHEV; DICHEVA, 2017; MAJURI; KOIVISTO; HAMARI, 2018). Destarte, podemos verificar, ancorados por evidências relatadas na literatura, que a utilização da gamificação tem proporcionado: 1) prazer e diversão aos estudantes; 2) os estudantes entram em um estado de fluxo, que consiste em imersão e concentração nas atividades; 3) a gamificação influencia na interação social dos estudantes, despertando e instigando a competição e o trabalho em equipe; 4) os estudantes passam a possuir um papel de protagonista da sua própria aprendizagem, ao desenvolverem maior autonomia, interesse e motivação; 5) melhor desempenho, pois, em geral, destaca-se a maior participação e envolvimento. Nesse sentido, Huang e Soman (2013) elencam diversos passos metodológicos que uma proposta gamificada na educação deve contemplar: 1) conhecer o público-alvo e o contexto do aprendizado; 2) definir os objetivos de aprendizado; 3) estruturar o processo de aprendizado; 4) identificar oportunidades de gamificação; e 5) aplicação dos elementos de gamificação.

Portanto, a gamificação na educação tem proporcionado estratégias alternativas que a revelam como um potencial instrumento pedagógico para uso em sala de aula ou em situações que estejam fora dela. Assim, proporcionam aos estudantes experiências diversas de aprendizagem e desenvolvimento de habilidades e metacompetências. Nesse sentido, demonstram ser um importante instrumento pedagógico, que merece espaço e/ou atenção no planejamento didático do professor. Dessa maneira, sites de educação *on-line*, por exemplo, como o codeacademy.com e khanacademy.org, têm ganhado popularidade com o uso de elementos do jogo para envolver os usuários, ao fornecerem premiações e distintivos ao passo que concluem seus cursos e lições (DICHEVA et al. 2015).

Nesta perspectiva, a educação, em especial o ensino de ciências, é um campo fértil para o desenvolvimento das potencialidades da gamificação,

possibilitando trazer inúmeros benefícios ao processo de ensino e aprendizagem; em outras palavras, podem instigar a promoção de habilidades diversas dos estudantes. Nesse bojo, avançamos nas discussões apresentando perspectivas teóricas que subsidiem e sejam fundamentais para compreender os benefícios da gamificação.

Gamificação à luz de teorias de aprendizagem com foco motivacional

Até o presente momento, buscamos trazer contribuições sobre os elementos, benefícios e entendimento da gamificação, no entanto, torna-se relevante também esclarecer que ancorar-se nas perspectivas lançadas pela gamificação no âmbito educacional requer indispensavelmente levar em consideração epistemologias sólidas para clarificar e subsidiar o entendimento sobre a aprendizagem dos estudantes. Nesse viés, Ahmad et al. (2019) salientam que as teorias de aprendizagem do behaviorismo, cognitivismo e construtivismo subsidiam os elementos de gamificação para a promoção da aprendizagem. Sendo assim, pesquisadores têm buscado compreender os benefícios da gamificação na educação à luz de teorias da psicologia da motivação e comportamento, dentre essas, podemos citar, teoria da autodeterminação, teoria da ação fundamentada, teoria do fluxo, teoria do impulso e hierarquia das necessidades.

A Teoria da Autodeterminação (SDT) estuda a motivação humana, mais precisamente investiga as tendências inerentes ao crescimento das pessoas e suas necessidades psicológicas inatas, que são a base da automotivação e da personalidade (RYAN; DECI, 2000a, 2000b). Em outras palavras, propõe a motivação humana centrada em uma perspectiva organísmica, ancorada em dois pressupostos, a saber: o primeiro, os seres humanos são sujeitos ativos dispostos a desenvolver-se por si mesmos, autorreguláveis; por outro lado, na defesa de uma dialética pessoa-ambiente, compreende o envolvimento do sujeito mediante três necessidades psicológicas básicas inatas (CLEMENT, 2013).

Em vista disso, esse modelo postula as necessidades de: competência, de autonomia e de relação social (BPNT) (DECI et al., 2001; DECE; RYAN, 2000b). A necessidade de competência se refere à capacidade satisfatória de interação da pessoa com o meio ambiente (FIGUEIREDO, 2010; SAILER et al., 2017), referindo-se à aprendizagem e ao seu desenvolvimento cognitivo, contemplando desde a procura por sobrevivência e a realização de atividades práticas, até a exploração do ambiente e, sobretudo, a competência para participação social efetiva (DECI; RYAN, 2006d). Nesse entendimento, acredita-se que o ser humano almeja sentir-se competente ao influenciar o seu redor (FIGUEIREDO, 2010; SAILER et al., 2017).

Por outro lado, a necessidade de autonomia alude à liberdade de escolha e a que a vontade do ser humano em suas ações esteja presente, ou seja, sentir-se no controle (FIGUEIREDO, 2010; SAILER et al., 2017), de modo que suas decisões estejam em consonância com os valores pessoais e levando em consideração a reflexão e consciência sobre tais valores e decisões (RYAN; DECI, 2006d). Por fim, a necessidade de relação social diz respeito aos sentimentos de pertencimento, ou melhor, a necessidade de relação interpessoal que gere uma integração no ambiente social (FIGUEIREDO, 2010; SAILER et al., 2017). Essa necessidade básica é essencial na aquisição dos regulamentos sociais (normas, regras e valores), pois é por meio dos vínculos com os outros que o processo de aprendizagem se faz presente (RYAN; DECI, 2006d).

Nesse sentido, entende-se que favorecer a satisfação das necessidades psicológicas básicas requer o desenvolvimento pessoal e o bem-estar, os quais estão intrinsecamente associados às condições ambientais. Portanto, a SDT propõe que a satisfação das necessidades psicológicas básicas propicie o aumento da motivação autodeterminada do sujeito, de modo que possa trazer benefícios no trabalho, esportes e educação (FIGUEIREDO, 2010; SHI; CRISTEA, 2016). Nesse viés, a gamificação em consonância com Teoria da Autodeterminação tem demonstrado ser um instrumento valioso como ferramenta motivacional (SAILER et al., 2017).

Além de tais reflexões, Ryan e Deci (2000b) também argumentam que a SDT expressa os fatores ambientais que podem prejudicar ou dificultar a autorregulação dos comportamentos, o bem-estar pessoal e a interação social. Da mesma forma, subsidia a avaliação de ambientes sociais que são benéficos ou antagônicos para a promoção das três necessidades básicas. Ademais, avançando nas discussões, a motivação na SDT pode ser descrita em motivação intrínseca e motivação extrínseca (DECI, 2000a), bem como referir-se a um fenômeno não isolado, uma vez que os indivíduos apresentam níveis diferentes (ou seja, como pouca ou muita motivação) e orientações diferentes (ou seja, que tipo de motivação), cabendo sobretudo esclarecer que a distinção entre tais motivações diz respeito aos objetivos e/ou razões intrínsecos das próprias ações. Sendo assim, como distinção mais básica, a motivação extrínseca trata-se da execução de uma atividade almejando atingir um objetivo, ou seja, influenciada por um resultado. Em contraste, a motivação intrínseca se refere ao desenvolvimento de uma atividade mediante a satisfação inerente da própria atividade, pelo prazer da execução (RYAN; DECI, 2000a, 2000b).

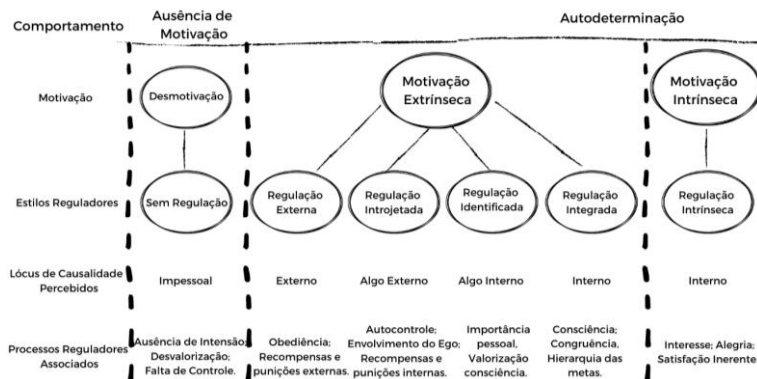
Por outro lado, dentro da SDT, observa-se que a motivação extrínseca pode ser dividida em tipologias subjacentes, isto é, regulação externa, regulação introjetada, regulação identificada e regulação integrada (OLIVEIRA, 2017). E, segundo Pintrich (2003), no que tange às tipologias subjacentes da motivação extrínseca, evidencia-se que podem promover diferentes resultados e, no contexto educacional, apresentam uma relação positiva na aprendizagem e no bem-estar psicológico. Pela regulação externa, o comportamento adotado pelos sujeitos é em função de reguladores externos, por exemplo, recompensas ou demandas. No que tange à regulação por introjeção, os comportamentos dos sujeitos assumem um certo grau de internalização. Nesse sentido, na regulação introjetada, o sujeito realiza ações mediante a pressão interna, de autocontrole, no sentido para evitar o sentimento de culpa ou ansiedade

ou para atingir o ego, melhorar a autoestima (RYAN; DECI, 2000a; 2000b).

Segundo Deci et al. (1991, p. 329) “... apesar da regulação introjetada ser interna à pessoa, ela se assemelha muito mais ao controle externo do que com as formas autodeterminadas de regulação, pois envolve a coerção ou a sedução e não implica numa verdadeira escolha”. A regulação identificada, caracteriza pela sua forma mais autônoma, ou autodeterminada, o sujeito identifica e valoriza, conscientemente, o comportamento objetivo ou regulado, de modo que a ação desenvolvida é voltada para uma demanda pessoal, ou seja, agindo por identificação. E finalmente, a regulação integrada, os regulamentos identificados são assimilados, exprimindo maior autonomia na ação (RYAN; DECI, 2000a, 2000b). Ora, diante disso, irá ocorrer congruência entre as regulações assimiladas e os valores, necessidades e metas (CLEMENT; CUSTÓDIO; FILHO, 2013).

Nesse entendimento, Deci e Ryan (1985) propõem uma subteoria, denominada Teoria da Integração Organísmica (OIT), com o intuito de esmiuçar essas diferentes formas de motivação extrínseca e os fatores contextuais que potencializam ou dificultam a internalização e integração de reguladores do comportamento (DECI; RYAN, 1985). No entanto, antes de avançarmos, cabe esclarecer que a internalização é um processo de absorção para si (internaliza) de um valor ou regulação, sendo integração um processo no qual os sujeitos transformam os elementos internalizados. Ao tratar o conceito de internalização como um *continuum*, os autores sistematizam, na Figura 2, os tipos de motivação para o comportamento humano, que variam da apatia ou falta de vontade, que trata da conformidade passiva, até o compromisso pessoal ativo – assim, apresenta-se uma taxonomia da motivação humana.

Figura 2: Taxonomia da Motivação: *Continuum* da autodeterminação, tipos de motivação – lócus de causalidade e processos reguladores



Fonte: Extraída de Ryan e Deci (2000a, 2000b).

Em contraponto à OIT, Ryan e Deci (1985), ao explicitarem sobre a motivação intrínseca, propõem a Teoria da Avaliação Cognitiva (CET), que objetiva especificar os fatores externos que promovem ou prejudicam a motivação intrínseca. Em outras palavras, se as circunstâncias socioculturais permitem a promoção ou regressão da motivação intrínseca, assim, em complemento à subcategoria das necessidades básicas (RAMOS, 2018). Exemplificando, a princípio dessa teoria, estudos demonstraram que recompensas externas podem prejudicar a motivação intrínseca, bem como ameaças, prazos e avaliações sobre pressão; em contraste, a escolha e oportunidades de autocontrole permitem maior motivação intrínseca, à medida que o sentimento de autonomia se sobressai (RYAN; DECI, 2000b).

Avançando nas reflexões sobre fenômenos motivacionais, também se destaca como subteoria a Teoria das Orientações da Causalidade (COT) (RYAN; DECI, 2000a, 2000b). A COT aborda as diferentes tendências dos sujeitos na regulação de seus comportamentos, por meio dos três tipos de orientações de causalidade: a orientação de autonomia, quando há ação espontânea, assim, escolhas autodeterminadas; a orientação do controle, centrada nos resultados, ou seja, prêmios ou bonificação resultantes de uma ação; e a orientação impessoal ou desmotivada, que compreende a

ansiedade em detrimento da competência para realização da ação (FERREIRA, 2013). Por fim, a quinta e última subteoria, intitulada Teoria do Conteúdo Objetivo (GCT), discute sobre os objetivos extrínsecos e intrínsecos. As aspirações extrínsecas são permeadas pelo desejo de fama e sucesso financeiro; por outro lado, as aspirações intrínsecas contemplam o desejo de: contribuição com a comunidade, saúde e crescimento pessoal (DECI; RYAN, 2000a, 2000b).

Em síntese, a Figura 3 organiza e sistematiza os tópicos supracitados de estudo de cada subteoria da SDT.

Figura 3: Teoria da Autodeterminação.

SUBTEORIAS DA AUTODETERMINAÇÃO	INTERESSE DE ESTUDO
Teoria das Necessidades Psicológicas Básicas (BPNT)	Necessidades Psicológicas Básicas
Teoria da Integração Organísmica (OIT)	Motivação Extrínseca
Teoria da Avaliação Cognitiva (CET)	Motivação Intrínseca
Teoria da Orientações da Causalidade (COT)	Orientação e Causalidade
Teoria do Conteúdo Objetivo (GCT)	Nuancias entre objetivos intrínsecos e extrínsecos

Fonte: Adaptado Ryan e Deci (2000a, 2000b).

Em conformidade com o exposto, a SDT discorre sobre os componentes e fatores intrínsecos à motivação humana, trazendo reflexões sobre a motivação intrínseca e extrínseca, o processo de internalização e integração, além dos fatores para o favorecimento da promoção da motivação autodeterminada (CLEMENT, 2013).

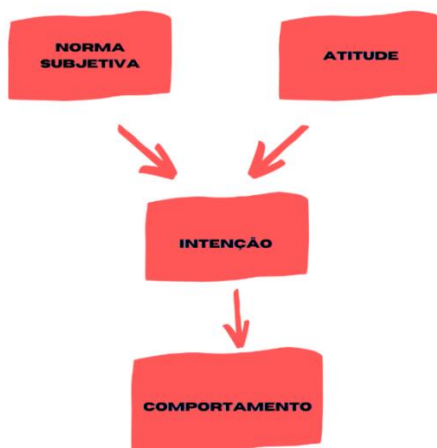
A Teoria da Ação Fundamentada (TAF) ou Teoria da Ação Racional (TAR), proposta por Fishbein e Ajzen em 1975, tem por objetivo prever o comportamento humano (LACERDA, 2007). Em outras palavras, a TAF focaliza na intenção comportamental e seus determinantes (RAY, 1991), de modo a postular que o comportamento é consequência das suas intenções; por sua vez, as intenções são determinadas pelas atitudes em relação ao

comportamento e à norma subjetiva (RAY, 1991; LACERDA, 2007). Sendo assim, nota-se que a atitude em relação ao comportamento e à norma subjetiva influencia mutuamente a intenção, embora não seja na mesma medida para cada sujeito ou comportamento. Dessa forma, a intenção comportamental é o mais favorável preditor de comportamento (CRAWLEY; COE, 1990).

Isto posto, antes de avançarmos, cabe esclarecer que as atitudes se referem a um fator pessoal do indivíduo baseado em suas crenças de comportamento; por outro lado, as normas subjetivas são as crenças normativas e contextos sociais e/ou pressões sociais do ambiente sofridas pelo indivíduo, por exemplo, por familiares, trabalho, fatores culturais, entre outros (BORGES, 2015). Logo, as atitudes em relação ao comportamento dizem respeito à avaliação pelo indivíduo do comportamento, o fator pessoal, e a norma subjetiva à pressão social percebida para desempenhar ou não um comportamento, o fator social (LACERDA, 2007).

Nesse entendimento, a Figura 4, a seguir, sistematiza os pressupostos básicos da TAF.

Figura 4: Teoria da Ação Fundamentada.



Fonte: Adaptada de Fishbein e Ajzen (1975).

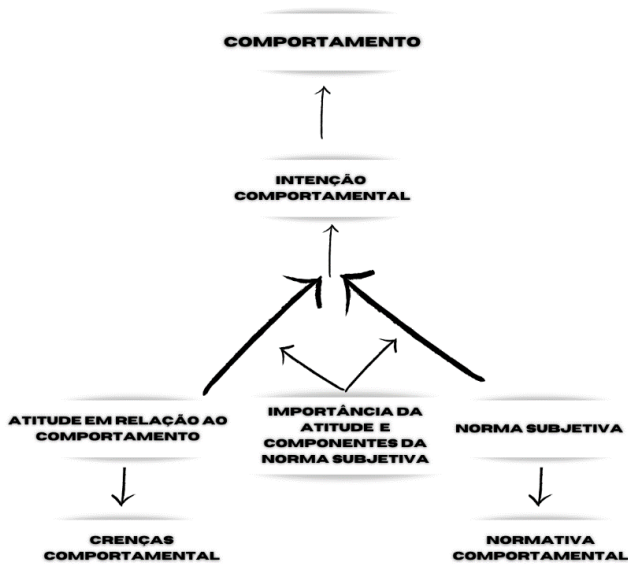
Nesse contexto, a TAF parte do pressuposto básico de que os seres humanos são racionais e tomam as decisões comportamentais mediante todas as informações disponíveis, tanto pessoais quanto sociais (CRAWLEY; COE, 1990), ou seja, a predisposição ou não a um dado comportamento é resultado da avaliação das consequências de suas ações (SOUZA, 2009). Sendo assim, uma atitude em relação ao comportamento trata-se de uma avaliação favorável ou desfavorável do comportamento (DIEDRICH et al., 2013). Nesse bojo, as informações que o sujeito possui servem como base para suas crenças (RAY, 1991), tanto as normativas, de caráter social, quanto as crenças comportamentais, de caráter pessoal. Portanto, o conhecimento das crenças, normativas e comportamentais, permite a compreensão das razões para o comportamento, contudo, não influencia seu grau de previsibilidade, pois este depende exclusivamente da intenção (D'AMORIM, 2000).

Ademais, a TAF contrapõe a concepção de que o comportamento social humano seja controlado mediante motivos inconscientes ou desejos dominadores, bem como seja caracterizado como não volitivo (AJZEN; FISHBEIN, 1980 apud RAY, 1991). Não obstante, pressupõe que o “comportamento é definido como uma ação aberta sob o controle volitivo de um indivíduo e dentro da capacidade do indivíduo” (CRAWLEY; COE, 1990, p. 463).

Outro ponto importante, que cabe salientar, é que as variáveis atitudinais e comportamentais são definidas por quatro elementos, a saber: (1) uma ação, (2) o *alvo* para o qual a ação é direcionada, (3) o *contexto* em que a ação é realizada, e (4) o *momento* em que a ação ocorre, sendo, em parte, tais elementos responsáveis pela correlação entre atitude e comportamento. E, em consonância com a TAF, traz que os componentes atitudinais e normativos possuem pesos devido à importância relativa como um dos determinantes da intenção comportamental; mediante tal consideração, varia segundo a pessoa e a ação a ser realizada, de maneira que um fator pode receber um peso muito alto ou não (KOBALLA, 1986).

A Figura 5 representa os fatores de determinação do comportamento dos sujeitos.

Figura 5: Fatores de determinação do comportamento dos sujeitos.



Fonte: Adaptado de Koballa (1986).

Em síntese, a TAF provou indutivamente a compreensão dos precursores de intenção. Este modelo é baseado no pressuposto de que socialmente as ações estão sob controle volitivo, e a intenção do sujeito ao realizar um comportamento é um aspecto determinante imediato da ação (AJZEN; FISHBEIN, 1980 apud RAY, 1991). Neste contexto, a importância da TAF para a educação científica remete à oportunidade de prever o comportamento, bem como explicar que o comportamento é subjacente à motivação em sua ocorrência, uma vez que o nível de especificidade do comportamento almejado, ou seja, a intenção comportamental depende da atitude e norma subjetiva (KOBALLA, 1986). Deste modo, a Teoria da Ação Fundamentada é um importante alicerce para a sustentabilidade dos serviços gamificados (HAMID; KUPPUSAMY, 2017).

Já a Teoria de *Flow* (fluxo) surgiu mediante os estudos do psicólogo húngaro-americano Mihaly Csikszentmihalyi, consistindo no estado de gratificação ao concentrar-se por completo no desenvolvimento de uma ação (BORGES, 2017). Em outras palavras, um profundo estado de imersão em atividades que proporcionam um sentimento de prazer, alegria e satisfação pessoal (MASSARELLA, 2008). Isto posto, percebe-se que, conforme estamos concentrados numa tarefa, formamos uma intenção e estabelecemos metas, assim, o tempo dedicado a essa meta e intensidade dependerá de nossa motivação. Dessa forma, o sujeito se demonstra melhor em virtude da ação motivada intrinsecamente, bem como mais ainda quando motivado extrinsecamente (CSIKSZENTMIHALYI, 1999 apud MASSARELLA; WINTERSTEIN, 2009).

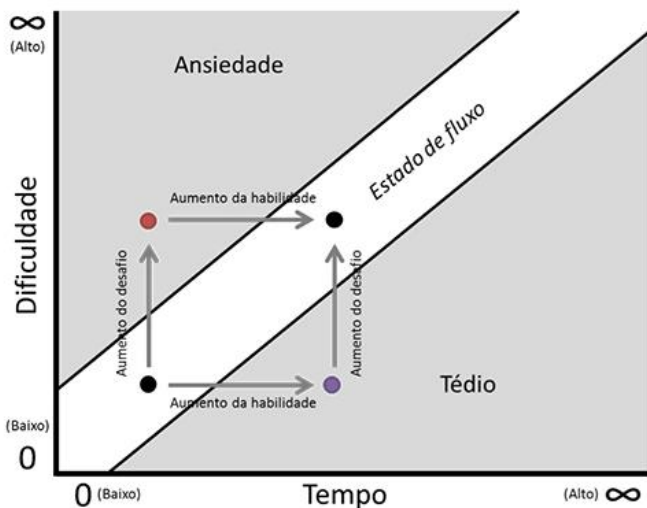
Nesse contexto, para Csikszentmihalyi (1999), o *flow* acontece em virtude de condições específicas, mais precisamente quando a atenção do sujeito se encontra totalmente focada na atividade e sentimentos, além dos desejos e pensamentos completamente alinhados (BORGES, 2017). E o autor, para caracterizar o estado de *flow*, elencou oito elementos essenciais, a saber: a) as metas são claras e o *feedback* é imediato; b) há equilíbrio entre oportunidade de ação e capacidade: os desafios e as habilidades percebidas são elevados e equivalentes; c) sensação de controle; d) concentração profunda: a ação se funde com a consciência; e) foco temporal no presente: cessam-se as rumações sobre passado ou futuro; f) distorção da experiência temporal; g) perda da autoconsciência reflexiva e transcendência das fronteiras do *self*; h) a experiência torna-se autotélica (KAMEI, 2010).

Para Massarella e Winterstein (2009), quando o sujeito apresenta o que sente após vivenciar uma experiência muito positiva, um desses oito elementos se faz presente: a) metas claras e retorno (*feedback*) das ações: há necessidade de clareza quanto aos objetivos a serem almejados, ao conhecimento das regras, ou seja, o que é imprescindível para que a atividade ocorra com sucesso – ademais, requer indicadores efetivos sobre o desempenho da tarefa; b) equilíbrio entre desafio e habilidade: é

essencial um equilíbrio entre o desafio pelo qual o sujeito está rodeado e sua capacidade de responder a ele de forma adequada. Nesse bojo, cabe ressaltar que o ápice do fluxo é plenamente alcançado devido ao equilíbrio entre o desafio e a habilidade dos participantes (GURGEL, 2017). Não obstante, quando o sujeito tende a se desafiar à altura de suas competências e/ou desenvolve competências para enfrentar os desafios que almeja, o palco está pronto para adentrar o estado de fluxo (VILLEGAS, 2018).

Logo, “o flow tende a ocorrer quando as habilidades de uma pessoa estão totalmente envolvidas em superar um desafio que está no limiar de sua capacidade de controle” (CSIKSZENTMIHALYI, 1999, p. 37 apud HELLER, 2012). Sendo assim, a Figura 6 demonstra que este equilíbrio procede por meio do tempo no desenvolvimento da atividade com o qual o sujeito está envolvido, superando desafios para adentrar o estado de fluxo.

Figura 6: As principais sensações do sujeito devido às relações entre nível de desafios e habilidades para adentrar o estado de *flow*.

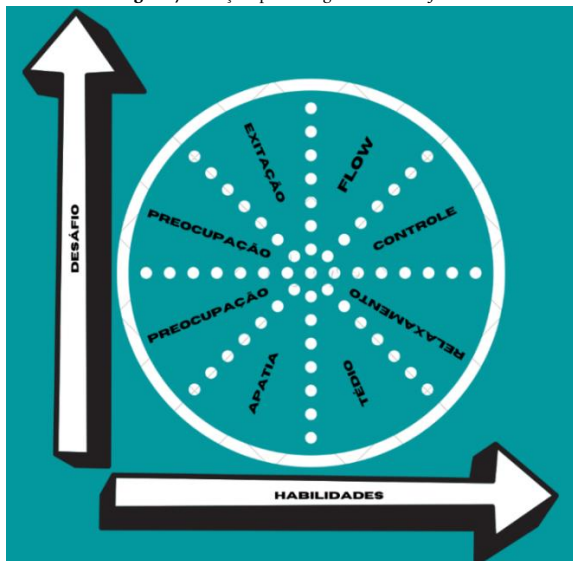


Fonte: Extraído de Heller (2012).

De acordo com Nakamura e Csikszentmihalyi (2005), este equilíbrio é relativamente frágil. Para Kamei (2010), as habilidades do sujeito devem ser capazes de superar um desafio que está no limiar de sua capacidade de controle. O autor afirma que, nesse momento, o sujeito vivencia um estado de *flow*. No entanto, observa-se que, se as habilidades do sujeito forem maiores que os desafios, o mesmo adentrará o estado de tédio. Dessa forma, o retorno ao estado de *flow* depende do aumento no nível dos desafios. Por outro lado, caso os desafios sejam maiores que as habilidades do sujeito, nesse momento o mesmo entrará em estado de ansiedade, assim, para retorno ao estado de *flow*, o sujeito necessitará aumentar suas habilidades ou, então, diminuir o nível dos desafios. Portanto, a relação entre ação e capacidades é essencial e determinante para o estado que o sujeito vai vivenciar: ansiedade, tédio ou *flow* (KAMEI, 2010).

Nesse viés, para atingir o estado de *flow*, o sujeito experiência algumas emoções à luz dos desafios e das habilidades. Para compreender como se chega a esse momento, apresentamos a Figura 7 (VILLEGAS, 2018).

Figura 7: Emoções para atingir o estado de *flow*.



Fonte: Adaptada de Csikszentmihalyi (2004).

Massarella e Winterstein (2009) também puderam constatar: c) concentração total na ação: o foco da atenção deve estar totalmente centrado no desenvolvimento da tarefa e no presente, assim, evitará desperdiçar energia psíquica ao processar informações irrelevantes à realização da atividade; d) sentimento de ‘fusão’ entre ação e consciência: o comprometimento do sujeito com a atividade é tão intenso que suas ações transcorrem aparentemente quase automaticamente, de modo espontâneo e natural, ou seja, o sujeito deixa de se perceber como distinto das ações que realiza; e) sensação de controle: no estado de *flow*, há sensação de controle sobre a situação, embora o sujeito não esteja preocupado efetivamente com isso – há satisfação em exercer o controle de si mesmo nas situações difíceis ou complexas; f) perda da autoconsciência: há a percepção de que o sujeito se encontra em um *self* (toda a consciência – lembranças, ações, desejos, prazeres e dores, e a hierarquia de metas que construímos ao longo de nossa vida está separada da realidade, o mundo à nossa volta deixa de existir). Sendo assim, quando se está profundamente envolvido (conectado) com o que estamos fazendo, pode-se ter um sentimento de união com as pessoas, as coisas ou o ambiente; g) sentimento de distorção ou perda da noção de tempo: os sujeitos descrevem a sensação de que a passagem temporal se deu de modo demasiadamente rápido; por outro lado, outros relatam que se passou muito mais tempo do que de fato ocorreu; h) sentimento de vivenciar uma experiência autotélica: a experiência do *flow* tem fim em si mesma – ou seja, vivenciar o *flow* é ter a percepção de uma ‘experiência autotélica’, proporcionando ao sujeito um sentimento profundo de prazer e satisfação, de ser recompensado (MASSARELLA; WINTERSTEIN, 2009).

Em conformidade com o exposto, sobre os oito elementos, pode-se destacar os três primeiros (equilíbrio entre desafio e habilidade; metas claras e retorno (*feedback*); concentração total na atividade e no momento), que representam condições para alcançar o estado de fluxo. Por outro lado, os demais pontos (fusão entre ação e consciência; sensação

de controle; perda da autoconsciência; perda da noção do tempo; experiência autotélica) comprovam a experiência de fluxo (KAMEI, 2010).

Avançando nas discussões, levando em consideração as características e conceitos sobre a experiência *flow*, é essencial também esclarecer que este modelo teórico traz algumas consequências imediatas a esta experiência, que serão elucidadas em seguida.

A priori, segundo Kamei (2010), percebe-se o crescimento pessoal, especificamente o crescimento do *self* em direção a níveis mais complexos. O *flow* faz com que o sujeito se sinta melhor durante e por um período imediatamente após a experiência, proporcionando benefícios duradouros, tais como aptidão e capacidade. Por outro lado, a autora também afirma que se faz presente o fortalecimento da autoestima, os sujeitos reportam terem mais êxito, sentem-se melhor consigo mesmos, além de vivenciarem sentimentos acima de suas próprias expectativas e das expectativas do próximo.

Nesse entendimento, atividades comuns por meio da gamificação podem desencadear um estado de fluxo nos indivíduos, o que se torna relevante, principalmente em atividades que exigem perseverança e comprometimento, por exemplo, a educação (HAMARI; KOIVISTO, 2014). Nesse sentido, Crespo e Rozenfeld (2019), ao investigarem a aprendizagem dos estudantes de um curso de Alemão, salientaram que o uso da gamificação proporcionou a ocorrência de elementos do estado de fluxo, tais como concentração e envolvimento.

Temos também a Teoria das Hierarquias das Necessidades. Ela foi proposta pelo psicólogo americano Abraham Maslow, ao estudar a motivação e o comportamento dos seres humanos, conforme uma hierarquia da necessidade. Segundo seu conceito de premência relativa, uma necessidade de ordem mais baixa é substituída pela posterior mais forte na hierarquia, ou seja, mediante a satisfação da mesma (HESKETH; COSTA, 1980).

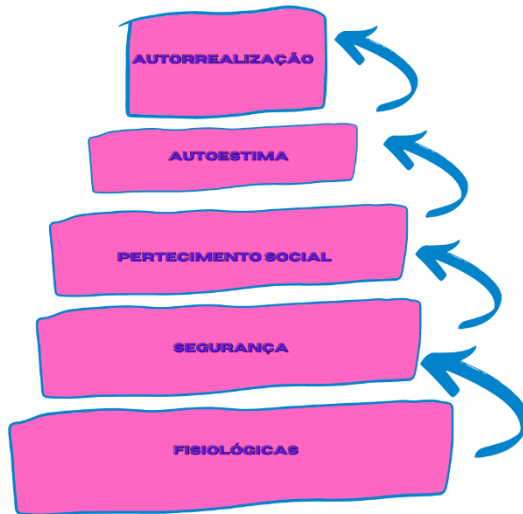
Neste contexto, com base nessa premissa, para almejar as necessidades de nível superior é necessário que as necessidades de nível

mais baixo (inferiores) sejam satisfeitas (MASLOW et al., 1970; SEILER et al., 2012). Portanto, o comportamento do indivíduo é motivado pelo anseio de buscar meios para satisfazer às necessidades (CORREIA, 2018). Isto posto, compreende-se que as necessidades não contempladas motivam o comportamento (VITÓRIO, 2015; CORREIA, 2018).

Maslow (1954), ao discorrer que as necessidades individuais do indivíduo existem e estão dispostas em ordem hierárquica, representadas em formato de pirâmide, elenca cinco níveis, sendo eles: necessidades fisiológicas, necessidades de segurança, necessidades de pertencimento social, necessidades de autoestima e necessidades de autorrealização (VITÓRIO, 2015; CORREIA, 2018). Nesse entendimento, Maximiano (2008) salienta que, segundo a teoria de Maslow, o sujeito tem a tendência de progredir ao longo das necessidades, almejando atender a uma após outra e orientando-se para a autorrealização. Em vista disso, a premissa base de Maslow para as necessidades humanas é a origem biológica, por outro lado, também a predisposição do sujeito para o autodesenvolvimento e o crescimento pessoal (SILVA; RODRIGUES, 2007).

No entanto, cabe esclarecer que, apesar da hierarquização proposta por Maslow (1954) e de as necessidades fisiológicas e de segurança estarem dispostas em níveis mais baixos, as mesmas são as mais essenciais; por outro lado, as necessidades de autoestima e autorrealização, presentes em níveis mais altos, são mais dispensáveis (GUSKUMA, 2009). A Figura 8 apresenta a Pirâmide das Necessidades Humanas, sistematizando a Teoria de Maslow, mediante a estruturação dos cinco níveis:

Figura 8: Teoria das Necessidades de Maslow.



Fonte: Adaptado de Cloninger (2003).

De acordo com Hesketh e Costa (1980) e Botana (2015), os cinco níveis de necessidades humanas, estabelecidos por Maslow, são os seguintes:

- Necessidades Básicas ou Fisiológicas: Estão contemplados nestas necessidades itens essenciais para sobrevivência do sujeito, além da preservação de uma espécie. Exemplificando, podemos citar alimentação, água, ar, abrigo, descanso e reprodução. Sendo assim, neste nível, as necessidades, em grande parte, são multideterminadas, isto é, em outras palavras, um meio para a satisfação de outras necessidades.
- Necessidades de Segurança: Fazem referência à estabilidade ou manutenção do que se tem. Trata-se de almejar proteção contra uma ameaça e/ou privação, ou seja, uma luta contra o perigo. Nesse sentido, incluem-se nesta necessidade questões sobre saúde e bem-estar, além de aspectos de segurança física, financeira e contra imprevistos.
- Necessidades Sociais (ou de associação): São as necessidades de o sujeito 'fazer parte', ou seja, contemplam aspectos relacionados às emoções. Logo, estão incluídas as necessidades sociais de intimidade e de amizades, além dos convívios sociais de todas as espécies, para formação e manutenção da família e pertencer a

organizações, tais como clubes, sindicatos, torcidas, entre outras, de modo geral, devido à falta de relações afetivas com outras pessoas.

- Necessidades de Autoestima ou Status: Após fazer parte do grupo, conseqüentemente, o sujeito quer ter destaque nesse grupo e, assim, os desejos estão orientados na realização de alguma coisa, que envolve a autoconfiança, o reconhecimento social, o respeito e o prestígio, além da sensação de independência e autonomia.
- Necessidades de Autorrealização: É o patamar máximo da motivação do ser humano. Nesse caso, é desfrutar ao máximo, por exemplo, os seus desejos e o que se gosta, de modo a explorar todas as possibilidades emergentes e praticar o autodesenvolvimento continuamente. Nesse sentido, neste nível de necessidades, os desejos almejam a perfeição naquilo que o sujeito tem potencial para ser.

Em conformidade com o exposto, cabe esclarecer que nem sempre os sujeitos conseguem contemplar e/ou alcançar todos os níveis hierárquicos da pirâmide das necessidades de Maslow (RICHTER; VICENZ, 2016). Ademais, os estudos de Maslow são bases essenciais para inúmeras outras teorias sobre motivação e liderança (MOTTA; VASCONCELOS, 2006).

Finalmente, avançando para discussões finais, elucidamos sobre a Teoria de *Drive* (Impulso), proposta por Daniel Pink (2009), que destaca a importância da Motivação 3.0 para o comportamento do ser humano. De acordo com o autor, há uma nova maneira de pensar a motivação, que supere o sistema ancorado em recompensas e/ou punições, denominada ‘Motivação 2.0’, uma vez que as “recompensas podem oferecer um impulso de curto prazo – assim como uma injeção de cafeína pode mantê-lo ligado por mais algumas horas. Mas o efeito passa – e, pior, pode reduzir a motivação de longo prazo” (PINK, 2009, p. 7). Nesse entendimento, a sociedade moderna, corriqueiramente, está satisfeita com os quatro níveis mais baixos da hierarquia das necessidades de Maslow (PINK, 2009).

No entanto, o sujeito tem como premissa a necessidade inata de controlar a própria vida, bem como a satisfação pessoal e profissional mediante a busca por melhor desempenho e resultado no que se propõe a fazer (SOARES et al., 2014). Em vista disso, a ‘Motivação 3.0’ faz a defesa da urgência e importância da motivação intrínseca para a sociedade moderna (PINK, 2009). Nesse bojo, evidencia-se que a Motivação 3.0 está

ancorada nas perspectivas lançadas pela Teoria da Autodeterminação (SDT), um modelo teórico que recebeu, e continua recebendo, atenção e/ou reconhecimento no contexto educacional desde o seu início, em 1988 (BROOKES, 2016). Ademais, à luz de inúmeros estudos importantes sobre o comportamento humano que elucidam sobre ser inerente aos sujeitos um impulso interno inato para serem autônomos, autodeterminados e conectados a seus semelhantes, assim, conseqüentemente à liberação desse impulso, as pessoas levam uma vida mais rica e plena (PINK, 2009).

Portanto, para Pink (2009), há dois tipos de sujeitos, a saber: o comportamento Tipo I, que é motivado sobretudo por desejos intrínsecos e preocupados com a satisfação inerente à ação, ou seja, a ‘Motivação 3.o’; e o comportamento Tipo X, que é motivado primordialmente por desejos extrínsecos e preocupados com recompensas extrínsecas à ação, isto é, a ‘Motivação 2.o’. Neste contexto, o autor esclarece que, ao longo da vida, constantemente o sujeito, sem exceção, não exerce puramente um comportamento Tipo X ou I. Não obstante, o comportamento Tipo I não é algo inato ao sujeito, ou seja, pode e deve ser aprendido, depende exclusivamente das circunstâncias, experiências e contexto. Dessa forma, é uma fonte contínua de aprendizado e promoção do bem-estar físico e mental, bem como, ao contrário do Tipo X, o *feedback* atua como forma de reconhecimento, não meramente um objetivo em si mesmo. Nesse entendimento, para se almejar sucesso profissional, realização pessoal, melhor desempenho, saúde e bem-estar, requer que o ser humano mova-se do comportamento Tipo X para o Tipo I (PINK, 2009).

Em conformidade com o exposto, Pink (2009) postula três elementos chaves para a motivação intrínseca humana, a ‘Motivação 3.o’, que se fundamentam na autonomia, maestria/domínio e propósito/objetivo. A autonomia corresponde ao desejo de sermos autogeridos, ou seja, o sentimento de todas as pessoas em agir e controlar suas próprias vidas, independentemente da interferência dos outros, realizando seus trabalhos do modo que julgarem mais conveniente e obtendo com isso a sensação de prazer e felicidade, bem como a promoção de desempenho e atitude. Para

o autor, um dos caminhos é que “as pessoas precisam de autonomia sobre a tarefa (o que fazem), tempo (quando fazem isso), equipe (com quem fazem) e técnica (como fazem)” (PINK, 2009, p. 63).

A maestria/domínio, por sua vez, é “o desejo de ficar cada vez melhor em algo que importa” (PINK, 2009, p. 64). Em outras palavras, contempla o desejo da busca constante pelo aprimoramento e a satisfação pessoal, por meio de desafios aderentes às capacidades de cada sujeito. E a busca pela excelência requer do sujeito determinação, paixão, esforço, oportunizando o sentido à vida (SANTARÉM, 2017). Não obstante, há o engajamento (PINK, 2009). Neste entendimento, Nordgren (2013, p. 7), transpondo para o contexto educacional, quando se almeja a aprendizagem de alto nível, argumenta:

Podemos simplesmente seguir em frente na escola e memorizar o suficiente para regurgitar fatos em um teste ou apresentá-los em um artigo ou projeto; alguns se referem a isso como “Estudante.” Mas para alcançar um entendimento profundo, devemos estar curiosos sobre o assunto – deve ser significativo, proposital (NORDGREN, 2013, p. 7).

E, finalmente, partindo do pressuposto de que o sujeito, por sua natureza, sempre está em busca de um propósito/objetivo, uma causa maior e mais duradoura, o propósito/objetivo atua por meio de uma ligação das necessidades intrínsecas do sujeito e permite cumprimento (FRANCISCO et al., 2015), ou seja, é essencial, juntamente com autonomia e maestria/domínio, para o equilíbrio adequado do favorecimento do comportamento Tipo I (PINK, 2009).

Neste contexto, Angeles e Elvira (2019) argumentam que a gamificação, em consonância com os aspectos de autonomia, maestria e propósitos dos sujeitos, contribuiu para o desenvolvimento pessoal. Isto posto, pode-se finalizar com a seguinte reflexão:

A ciência revela que o segredo para o desempenho de alto nível não é nosso impulso biológico ou nosso impulso pela recompensa e pela punição, e sim nosso terceiro impulso – o desejo arraigado que temos de dirigir nossa própria

vida, de estender e expandir nossa capacidade e de viver com propósito (PINK, 2009, p. 47).

Gamificação como aporte para promover a motivação intrínseca, extrínseca e o engajamento

Em relação à proposição da gamificação, acreditamos que o seu desenvolvimento pode atuar no comportamento dos usuários, por meio do favorecimento da motivação e do engajamento. Em outras palavras, inerente à gamificação, certamente há o engajamento e a motivação durante a realização de uma atividade (SILVA; OLIVEIRA; MARTINS, 2017; HAMARI; KOIVISTO; SARDA, 2014). Nesse contexto, especificamente em ambientes educacionais, as características da gamificação têm propiciado resultados positivos para a motivação e o engajamento dos usuários (KLOCK et al., 2015). Todavia, é importante discutirmos e esclarecermos tais aspectos atrelados à gamificação.

Conforme supracitado, a gamificação como fenômeno emergente, emanado diretamente da popularização dos jogos, possui capacidades de motivar a ação, resolver problemas e potencializar aprendizagens diversas dos indivíduos (FARDO, 2013). Dessa forma, a gamificação utiliza elementos de design de jogos em contextos fora dos jogos, para motivar e reter a atenção do usuário (DETERDING et al., 2011).

Neste contexto, cabe salientar que a motivação se apresenta como um conjunto diverso de variáveis que orientam o comportamento do indivíduo para mover-se e alcançar objetivos (TAPIA, 2001). Sendo assim, o sentimento de motivação pode ser classificado em motivação extrínseca e intrínseca, com definições e nuances específicas. A motivação extrínseca é ancorada no mundo que envolve o indivíduo, destacando-se por fatores externos ao sujeito (ZICHERMANN; CUNNINGHAM, 2011; KALAT, 2011). Essa motivação tem como premissa a execução de uma atividade com o desejo do sujeito em obter compensações externas, tais como reconhecimento social e bens materiais (VIANNA et al., 2013; ZICHERMANN; CUNNINGHAM, 2011). Logo, os comportamentos

motivados extrinsecamente são desencadeados mediante recompensas para incentivos ou evitar punições (ELLIOT; ZAHN, 2008; KALAT, 2011).

Portanto, ao oferecer recompensas para os indivíduos desinteressados em realizar uma atividade, pode-se tornar a prática interessante, uma vez que se apresenta como um mecanismo para superação de atividades tidas como entediadas (BUSARELLO, 2016). Sendo assim, um ambiente gamificado pode ser exemplificado dentro de um sistema de recompensas extrínsecas, por meio de objetos adquiridos ou conquistados pelos usuários, tais como prêmios, pontuações, missões, classificações (MUNTEAN, 2011; KILLIAN, 2013; KLOCK et al., 2014). Nesse bojo, a gamificação atua no comportamento dos usuários oportunizando a geração de motivação e, desta forma, podendo desencadear habilidades dos sujeitos (BURKE, 2014). Destaque-se ainda que a motivação extrínseca possibilita a promoção do sentimento de competência em estudantes por meio da atribuição de pontos, os quais se acumulam ao se finalizar uma tarefa e podem ser trocados por privilégios (SANTROCK, 2011).

Não obstante, a gamificação pode ser utilizada para desencadear informações de competências do indivíduo, como, por exemplo, promover a percepção do desempenho alcançado, servindo de indicador para o indivíduo (ELLIOT; ZAHN, 2014). Nesse sentido, Sansone e Harackiew (2000 apud POFFO, 2016) indicam que o uso de recompensas externas promove a motivação intrínseca à medida que aumentam o nível e a competência do indivíduo.

Na motivação intrínseca, o próprio sujeito emana o desejo de realizar a ação, sem necessariamente estar baseada no mundo externo (BUSARELLO, 2016). Assim, é caracterizada mediante a realização de uma atividade por vontade própria, ou seja, não se faz presente a influência de fatores externos no comportamento do sujeito para engajá-lo no desenvolvimento da atividade (KALAT, 2011). Portanto, a energia para tomada de decisões e/ou resistência na realização de tarefas tem como premissa o interesse em novos conhecimentos, não obstante exercitar suas

competências e alcançar desafios (ZICHERMANN; CUNNINGHAM, 2011). Ademais, motivados desta maneira, os sujeitos almejam procurar por novidades e entretenimento, de modo a satisfazer suas curiosidades (VIANNA et al., 2013).

Nesse sentido, compreende-se que, apesar de recompensas em sistemas gamificados serem formas de motivação fora do indivíduo, são utilizadas como mecanismos para envolver o sujeito, e têm a capacidade de promover a motivação intrínseca. Assim, a realização da própria atividade torna-se uma forma de recompensa (BUSARELLO, 2016). Isto posto, pode-se exemplificar a recompensa intrínseca mediante o emprego das próprias habilidades do sujeito no ambiente gamificado, realizando as atividades por vontade própria (BRAZIL; BARUQUE, 2015), conforme o desafio, envolvimento e prazer proporcionados pela atividade realizada (BUSARELLO, 2016).

Nesse contexto, a motivação intrínseca contempla assertivamente o engajamento do sujeito no desenvolvimento da atividade, oportunizando, como resultado, melhor aprendizado e aumento das competências (RYAN; DECI, 2000c). Dessa forma, no contexto educacional, quando os estudantes estão intrinsecamente motivados, os mesmos estão engajados, propiciando-lhes aprenderem de forma mais efetiva (HANUS; FOX, 2015).

Tomamos como exemplo Christy et al. (2014), ao fazerem uso da gamificação por meio de rankings para avaliar o engajamento dos estudantes de uma turma de matemática. Ademais, os estudantes tendem a ser engajados pelo uso de medalhas, pois são motivados pelo domínio intrínseco (aprender novos conhecimentos), pelo domínio extrínseco (ter sucesso na escola) e pela prova de desempenho (ser melhor do que os demais estudantes) (HAKULINEN; AUVINEN; 2014).

Da mesma forma, acreditamos que o *feedback*, sendo um elemento motivador intrínseco presente na gamificação, é um meio de engajar os usuários, um sistema de resposta, para progredir na resolução dos desafios e/ou na realização das atividades propostas. Não obstante, o *feedback* permite emergir o sentimento de competência, autonomia e

relação social, ou seja, a motivação intrínseca (DECI; RYAN, 1985). Por outro lado, o engajamento social também se destaca como elemento inerente à gamificação, podendo ser utilizado com o intuito de instigar a competição e/ou ainda seguidores dentro de um ambiente gamificado (POFFO; THIRY, 2015).

Em conformidade com o exposto, apesar de recompensas extrínsecas parecerem menos persuasivas que as intrínsecas, argumenta-se que tanto a motivação intrínseca quanto a extrínseca são preponderantes para determinar o comportamento do sujeito (GARRIS; AHLERS; DRISKELL, 2002). Neste sentido, cabe esclarecer que a combinação entre motivação intrínseca e extrínseca possibilita o favorecimento do nível de motivação e engajamento do sujeito (BUSARELLO, 2016). Ademais, pode-se observar que, entre as características e/ou potencialidades da gamificação supracitadas, que enfatizam a respeito de recompensas externas ou internas, contemplam-se fortemente aspectos atrelados, por exemplo, à Teoria da Autodeterminação.

Em suma, o uso da gamificação em sala de aula pode promover motivação intrínseca, extrínseca e engajamento. Nesse sentido, Silva e Sales (2017) salientam que a gamificação consiste na utilização de elementos de design de jogos em ambiente educacional, não com o intuito de jogar, pelo contrário, para motivar, engajar e melhorar o desempenho dos estudantes. Sendo assim, a gamificação pode ser utilizada na educação para motivar e engajar o estudante para a participação e promoção de sua relação social com seus pares (KLOCK et al., 2014), contribuindo efetivamente na aprendizagem (POFFO; AGOSTINI, 2018).

No entanto, ancorado pela literatura, cabe ressaltar, independentemente de que a gamificação tenha se destacado como uma alternativa promissora, que merece atenção no ambiente escolar, uma vez que possibilita promover a motivação intrínseca, extrínseca e o engajamento. Silva, Sales e Castro (2019) argumentam que é necessário estar ciente dos desafios para a criação de ambientes gamificados, além de

ficar atento a respeito de como instigar e relacionar efetivamente as duas formas de motivação (extrínseca e intrínseca) dos usuários.

Neste contexto, Klock et al. (2014) destacam, como resultado de um mapeamento sistemático, as cinco estratégias mais recorrentes nesses ambientes gamificados para promover o engajamento e a motivação dos estudantes, a saber: pontos, medalhas, missões, personalização, níveis e rankings. Dessa forma, percebe-se, por meio dos elementos de design dos jogos, que a motivação e o engajamento dos sujeitos são favorecidos e o desejo das relações humanas, intrínsecos ou extrínsecos, são recompensados a partir das estratégias, dos níveis que são atingidos nos problemas propostos e, sobretudo, da possibilidade de compartilhar os prêmios com os pares (TOLOMEI, 2017).

Algumas considerações ainda que não finais!

A gamificação vem demonstrando ser um importante instrumento pedagógico para o processo de ensino e aprendizagem e sua inserção no contexto educacional pode ser vista como uma possível estratégia e/ou ferramenta metodológica para construção do conhecimento em diferentes níveis cognitivos. Sua legitimação se justifica na possibilidade de contribuir e promover uma educação mais estimuladora, eficaz e dinâmica, por meio da mudança de comportamento dos usuários. Ademais, é compreendida como um caminho possível na busca do desenvolvimento das habilidades para o século XXI. Logo, percebe-se que as discussões sobre o uso da gamificação na educação ainda estão pulsantes e longe de terem um fim, pois a temática se mostra com elevado potencial para promover aprendizagens distintas.

Neste contexto, salientamos a necessidade de embasamento epistemológico para aplicação da gamificação no contexto educacional, que ultrapasse a concepção de um instrumento pedagógico por meio do qual se almeja a mudança de comportamento dos estudantes, ou seja, ressaltamos a importância de o professor utilizar a gamificação à luz de

pressupostos teóricos de aprendizagem, entre estes a teoria da autodeterminação, a teoria da ação fundamentada, a teoria do fluxo, a teoria do impulso e a hierarquia das necessidades, de modo que possa estruturar um desenho didático gamificado e favoreça no contexto educacional um espaço propício para a promoção de diversas habilidades e a construção do conhecimento científico. Não obstante, favorecendo a promoção da motivação intrínseca, extrínseca e engajamento em sala de aula.

Deste modo, espera-se que este trabalho possa instigar a popularização e a divulgação deste tema em evidência, na busca de promover reflexões e discussões que possam subsidiar as práticas docentes atreladas à gamificação. Da mesma forma, elucidar caminhos para promover a consolidação de fundamentos de uma prática pedagógica gamificada. Ou seja, compreendemos que, para uma prática pedagógica gamificada, é indispensável a compreensão dos professores desse universo; visando sua aplicação, discorreremos sobre caminhos que podem incentivar educadores de todos os níveis de ensino à inovação da sua prática pedagógica.

Nesse bojo, salientamos que a gamificação não é um jogo, demonstrando ser uma atividade lúdica entre as inúmeras variantes desse universo de possibilidades lúdicas. Posto isso, é um instrumento pedagógico, quando aplicado no contexto educacional, podendo favorecer a promoção da motivação extrínseca e intrínseca dos usuários. Não obstante, no presente estudo, propomos características de uma terminologia (“gamificação digital” e “gamificação analógica”) em atividades síncronas, assíncronas e mistas, demarcando e explorando aspectos fundamentais em torno da gamificação. Assim, acreditamos superar nuances e sobreposições de definições, e sobretudo que se possa avançar e contribuir para um melhor entendimento existente e aplicação da gamificação.

Para finalizar, a inovação pedagógica docente é um caminho emergente para a participação efetiva e o protagonismo dos estudantes no

processo de ensino e aprendizagem, na busca pelos objetivos pedagógicos, e a gamificação no contexto educacional se revela uma tendência promissora para os educadores dos diferentes níveis de ensino refletirem criticamente sobre o processo de ensino e aprendizagem contemporâneo.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

Referências

- GROWTH, **THE HISTORY OF GAMIFICATION: FROM THE VERY BEGINNING TO RIGHT NOW**. 2019. Disponível em: <<https://www.growthengineering.co.uk/history-of-gamification/>>. Acesso em: 10 Abr. 2020.
- ARAÚJO, J.; PESTANA, G. A framework for social well-being and skills management at the workplace. **International Journal of Information Management**, v. 37, n. 6, p. 718-725, 2017.
- ANGELES, M. Á. M.; ELVIRA, R. N. R. Gamificación una herramienta en el plan de clase: caso comparativo en-tre áreas de conocimiento y técnica. **Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0**, v. 7, n. 2, p. 83-95, 2019.
- AHMAD, T. S. A. S. et al. A review of learning theories for gamification elements in instructional games. In: **Malaysian International Conference on Academic Strategies in English Language Teaching (MyCASELT)**, p. 1-14, 2019.
- BORGES, S. S.; et al. A systematic mapping on gamification applied to education. In: **Proceedings of the 29th annual ACM symposium on applied computing**. 2014. p. 216-222.
- BURKE, B. Gamify: How Gamification motivates people to do extraordinary things. **Bibliomotion. Inc., Apr**, 2014.
- BORGES, J. F. **Determinantes da intenção de uso de cartões de pagamentos no comércio eletrônico no brasil**. 2015, 155 f. Tese (Doutorado em Administração) -

Programa de Pós-graduação em Administração de Empresas, Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2015.

BOTANA, L. F. S. **Desenvolvimento e aplicação de um modelo de gestão evolutiva para micro e pequenas empresas gráficas brasileiras apoiado na teoria da hierarquia das necessidades de Maslow.** 2015. 123f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) da Universidade Paulista – UNIP, São Paulo/SP, 2015.

BRAZIL, André; BARUQUE, Lúcia. Gamificação aplicada na graduação em jogos digitais. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**. p. 677, 2015.

BUSARELLO, R. I. **Gamification: princípios e estratégias.** Ed. Pimenta Cultural, 2016.

BROOKES, M. **Drive by Dan Pink: Scholarly Book Review.** 2016. Disponível em: <http://technology4thinking.com/2016/05/07/drive-by-dan-pink-scholarly-book-review/>. Acesso em: 05 set. 2020.

BRITO, A. L. S. **Level up: uma proposta de processo gamificado para a educação.** 2017. 135f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Software) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017.

BORGES, E. **Psicologia positiva: uma mudança de perspectiva** [recurso eletrônico]: Evandro Borges. – 1ª ed. – Série Positiva Psicologia. Vol.1. – Joinville: Clube de Autores, 2017.

CRAWLEY, F. E.; COE, A. S. Determinants of middle school students' intention to enroll in a high school science course: An application of the theory of reasoned action. **Journal of research in science teaching**, v. 27, n. 5, p. 461-476, 1990.

CAILLOIS, R. **Os Jogos e os Homens: a máscara da vertigem.** Editora Coovia: Lisboa, 1990.

CSIKSZENTMIHALYI, M. **Flow, the secret to happiness.** 2004. Disponível em: http://www.ted.com/talks/mihaly_csikszentmihalyi_on_flow. Acesso em: 20 de mai. 2020.

- CAFAZZO, J. A.; et al. Design of an mHealth app for the self-management of adolescent type 1 diabetes: a pilot study. **Journal of medical Internet research**, v. 14, n. 3, p. e70, 2012.
- CLEMENT, L. **Autodeterminação e ensino por investigação: construindo elementos para a promoção da autonomia em aulas de física**. 2014. 334f Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) da Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2014.
- CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F.; ALVES FILHO, J. P. A Qualidade da Motivação em Estudantes de Física do Ensino Médio. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 9, n. 1, p. 84-95, 2014.
- CHRISTY, K. R.; FOX, J. Leaderboards in a virtual classroom: A test of stereotype threat and social comparison explanations for women's math performance. **Computers & Education**, v. 78, p. 66-77, 2014.
- COSTA, T. M.; VERDEAUX, M. F. S. Gamificação de materiais didáticos: uma proposta para a aprendizagem significativa da modelagem de problemas físicos. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.11, n. 2, p. 60-105, 2016.
- CLEOPHAS, M. G. Jogo, TIC e ensino de química: uma proposta pedagógica. In: **XVII Encontro Nacional de Educação em Ciências, XVII ENEC**. Anais [...], I Seminário Internacional de Educação em Ciências, I SIEC, Viana do Castelo, Portugal, p. 375-383, 2017.
- CORREIA, L. F. **Gamificação como ferramenta motivacional para gestão de pessoas em projetos**. 2018. 59f. Monografia (Graduação) – Fundação Getúlio Vargas do Rio de Janeiro, 2018.
- CRESPO, A. H.; ROZENFELD, C. C. F. O Estado de Fluxo (Flow) na aprendizagem de alemão durante o uso da ferramenta Kahoot!: um olhar sobre o nível de desafio. **Revista Linguagem & Ensino**, v. 22, n. 4, p. 1063-1088, 2019.
- CHRISTIANS, G. **The Origins and Future of Gamification**. 2018. Disponível em: <https://scholarcommons.sc.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1255&context=senior_theses> Acesso em: 20 de mai. 2020

DECI, E. L.; RYAN, R. M. **Intrinsic motivation and selfdetermination in human behavior**. New York. Plenum Press, 1985.

DECI, E. L., et al. Motivation in education: the self-determination perspective. **Educational Psychologist**, v. 26, n. 3/4, p. 325-346, 1991.

DECI, E. L.; et al. Need satisfaction, motivation, and well-being in the work organizations of a former eastern bloc country: A cross-cultural study of self-determination. **Personality and social psychology bulletin**, v. 27, n. 8, p. 930-942, 2001.

RYAN, R. M.; DECI, E. L. Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. **Contemporary Educational Psychology**, v. 25, n. 1, p. 1-14, 2000a.

RYAN, R. M.; DECI, E. L. Selfdetermination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. **American Psychologist**, v. 55, n. 1, p. 1-11, 2000b.

RYAN, R. M.; DECI, E. L. When rewards compete with nature: The undermining of intrinsic motivation and self-regulation. In: **Intrinsic and extrinsic motivation**. Academic Press, p. 13-54, 2000c.

RYAN, R. M.; DECI, E. L. Self-Regulation and the Problem of Human Autonomy: does psychology need choice, self-determination, and will? **Journal of Personality**, v. 74, n. 6. P. 1-30, 2006d.

D'AMORIM, M. A. A teoria da ação racional nos comportamentos de saúde. **Temas em Psicologia**, v. 8, n. 1, p. 39-44, 2000.

DETERDING, S.; et al. From game design elements to gamefulness: defining "gamification". In: **Proceedings of the 15th international academic MindTrek conference: Envisioning future media environments**. 2011. p. 9-15.

DETERDING, S. **Gamification: designing for motivation**. interactions, v. 19, n. 4, p. 14-17, 2012.

DICHEVA, D.; et al. Gamification in education: A systematic mapping study. **Journal of Educational Technology & Society**, v. 18, n. 3, p. 75-88, 2015.

- DIEDRICH, A.; et al. Modeling the influence of attitudes and beliefs on recreational boaters' use of buoys in the Balearic Islands. **Ocean & coastal management**, v. 78, p. 112-120, 2013.
- DICHEV, C.; DICHEVA, D. Gamifying education: what is known, what is believed and what remains uncertain: a critical review. **International journal of educational technology in higher education**, v. 14, n. 1, p. 9, 2017.
- EDWARDS, E. A.; et al. Gamification for health promotion: systematic review of behaviour change techniques in smartphone apps. **BMJ open**, v. 6, n. 10, p. e012447, 2016.
- ELSAMAHY, E. M. **An investigation into using digital games-based learning in architecture education**. 2017. Disponível em: <https://www.academia.edu/39307510/AN_INVESTIGATION_INTO_USING_DIGITAL_GAMES-BASED_LEARNING_IN_ARCHITECTURE_EDUCATION>. Acesso em: 10 Jun. 2020.
- EDGE, BBVA. **Gamification: The business of fun**. Disponível em:<https://issuu.com/cibbva/docs/gamific_eng/>. Acesso em: 10 Abr. 2020.
- ELLIOT, A. J.; ZAHN, K. Motivation. In: **Encyclopedia of Educational Psychology**, SAGE Publications, p. 686-692, 2008.
- FIGUEIREDO, E. **A motivação de bacharelados em violão: uma perspectiva da teoria da autodeterminação**. 2010. 120f. Dissertação (Mestrado em Música) – Departamento de Artes, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2010.
- FRANCISCO, A. A.; et al. Analysis and application of gamification. In: **Proceedings of the 13th International Conference on Interaccion Persona-Ordenador**. ACM. 2012.
- FREITAS, Sérgio et al. Gamificação e avaliação do engajamento dos estudantes em uma disciplina técnica de curso de graduação. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**, Uberlândia/MG, p. 370-380, 2016.
- FARDO, M. L. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. **RENOTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 11, n. 1, p. 1-9, 2013.

FERREIRA, A. T.; et al. Gamification in the workplace: A systematic literature review. In: **World conference on information systems and technologies**. Springer, Cham, p. 283-292, 2017.

FERREIRA, T. C. **Teoria da Autodeterminação: um estudo com trabalhadores de PMN à luz das aspirações extrínsecas e intrínsecas**. 2013. 102f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Administração) da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2013.

FERREIRA, S. C. A gamificação na área da saúde: um mapeamento sistemático. **Anais do XII Seminário de Jogos Eletrônicos, Educação e Comunicação**, Maceió – AL, p. 46-56, 2019.

GUSKUMA, E. A. **Evidências da satisfação no trabalho com base nas demonstrações financeiras publicadas**. 2009. 145f. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis) da Universidade de São Paulo, São Paulo/SP, 2009.

GURGEL, A. **A importância da Teoria do Flow para o Design**. 2017. Disponível em: <<https://coletivoux.com/a-import%C3%A2ncia-da-teoria-do-flow-para-o-design-372e20cdd999>>. Acesso em: 10 Jun. 2020.

GARRIS, R.; AHLERS, R.; DRISKELL, J. E. Games, motivation, and learning: A research and practice model. **Simulation & gaming**, v. 33, n. 4, p. 441-467, 2002.

HESKETH, J. L.; COSTA, M. T. P. M. Construção de um instrumento para medida de satisfação no trabalho. **Revista de Administração de Empresas**, v. 20, n. 3, p. 59-68, 1980.

HUIZINGA, J. **Homo Ludens**. Tradução: João Paulo Monteiro – Homo Ludens – vom Unprung der Kultur im Spiel. Editora Perspectiva S.A., 2000.

HARTER, J. K.; SCHMIDT, F. L.; HAYES, T. L. Business-unit-level relationship between employee satisfaction, employee engagement, and business outcomes: a meta-analysis. **Journal of applied psychology**, v. 87, n. 2, p. 268, 2002.

HUOTARI, K.; HAMARI, J. Defining gamification: a service marketing perspective. In: **Proceeding of the 16th international academic MindTrek conference**. p. 17-22, 2012.

- HAKULINEN, L.; AUVINEN, T. The effect of gamification on students with different achievement goal orientations. In: **2014 international conference on teaching and learning in computing and engineering**. IEEE, p. 9-16, 2014.
- HUELLER, A. **Descoberta do Fluxo de Mihaly Csikszentmihalyi**. 2012. Disponível em: <https://www.hellerdepaula.com.br/a-descoberta-do-fluxo-mihaly-csikszentmihalyi/>. Acesso em: 20 de mai. 2020
- HUANG, W.; SOMAN, D. **A practitioner's guide to gamification of education**. Rotman School of Management, University of Toronto, 2013.
- HAMARI, J. Transforming homo economicus into homo ludens: A field experiment on gamification in a utilitarian peer-to-peer trading service. **Electronic commerce research and applications**, v. 12, n. 4, p. 236-245, 2013.
- HAMARI, J.; KOIVISTO, J.; SARSA, H. Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. In: **2014 47th Hawaii international conference on system sciences**. Ieee, p. 3025-3034, 2014.
- HANUS, M. D.; FOX, J. Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. **Computers & education**, v. 80, p. 152-161, 2015.
- HOFACKER, C. F.; RUYTER, K.; LURIE, N. H. Gamification and mobile marketing effectiveness. **Journal of Interactive Marketing**, v. 34, p. 25-36, 2016.
- HAMID, M.; KUPPUSAMY, M. Gamification implementation in service marketing: a literature. **Electronic Journal of Business & Management**, v. 2, n. 1, p. 38-50, 2017.
- JOHNSON, D.; et al. Gamification for health and wellbeing: A systematic review of the literature. **Internet interventions**, v. 6, p. 89-106, 2016.
- KOBALLA, T. R. J. Teaching hands-on science activities: Variables that moderate attitude-behavior consistency. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 23, n. 6, p. 493-502, 1986.
- KAMEI, H. H. **Flow: o que é isso? Um estudo psicológico sobre experiências ótimas de fluxo na consciência, sob a perspectiva da psicologia positiva**. 2010. 345f.

Dissertação (Mestrado em Psicologia) da Universidade de São Paulo, São Paulo - SP, 2010.

KALAT, J. W. **Introduction to Psychology**. Wadsworth Cengage Learning, 2011.

KLOCK, A. C. T.; et al. Análise das técnicas de Gamificação em Ambientes Virtuais de Aprendizagem. **RENTE-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 12, n. 2, p. 1-10, 2014.

KLOCK, A. C. T.; et al. One man's trash is another man's treasure: um mapeamento sistemático sobre as características individuais na gamificação de ambientes virtuais de aprendizagem. In: **Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)**, 2015.

KAZEK, K. **Whatever Happened to S&H Green Stamps? Here's the Story with Vintage Photos** (2016). Disponível em: www.al.com/living/index.ssf/2016/04/whatever_happened_to_sh_green.html. Acesso em: 10 Abr. 2020.

KAPP, K. **The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education**. San Francisco: Pfeiffer, 2012.

KILLIAN, E. **Gamification 2.0** - A Concept. nov. 2013. Disponível em: <https://www.adobe.com/resources/elearning/pdfs/serious_games_wp.pdf>. Acesso em: 02 set. 2020.

KOIVISTO, J.; HAMARI, J. Demographic differences in perceived benefits from gamification. **Computers in Human Behavior**, v. 35, p. 179-188, 2014.

LACERDA, T. S. Teorias da ação e o comportamento do consumidor: alternativas e contribuições aos modelos de Fishbein e Ajzen. In: **Anais XXXI Encontro Da Anpad**, Rio de Janeiro/RJ, p.1-14, 2007.

LANDERS, R. N.; et al. Gamification science, its history and future: Definitions and a research agenda. **Simulation & Gaming**, v. 49, n. 3, p. 315-337, 2018.

MASLOW, A. H. A theory of human Motivation. In: VROOM, V.H; DECI E. L. (ed) **Management and motivation**. Baltimore: Penguin Books, cap. 2, p. 27-41, 1970.

- MALONE, T. W. **Toward a theory of intrinsically instruction* Motivating**. 1981. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.455.9328&rep=rep1&type=pdf>. > Acesso: mai. 2020
- MOTTA, F. C. P.; VASCONCELOS, I. F. G. **Teoria Geral da Administração**. 3 ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.
- MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria Geral da Administração**. 1 ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- MASSARELLA, F. L. **Motivação intrínseca e o estado mental flow em corredores de rua**. 2008. 121f. Dissertação (Mestrado em Educação Física). Faculdade de Educação Física, UNICAMP, Campinas, 2008.
- MASSARELLA, F. L.; WINTERSTEIN, P. J. Motivação intrínseca e o estado mental Flow em corredores de rua. **Revista Movimento**, Porto Alegre, v. 15, n. 02, p. 45-68, 2009.
- McGONIGAL, J. **Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world**. Penguin, 2011.
- MUNTEAN, C. I. Raising engagement in e-learning through gamification. In: **Proc. 6th international conference on virtual learning ICVL**. p. 323-329, 2011.
- MENEZES, G. S. **Gamificação no contexto da experiência do usuário: estudo da relação dos elementos de game com a experiência do usuário**. 2015. 143 f. Dissertação (Mestrado em Design e Expressão Gráfica) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.
- MARTENS, A.; MÜLLER, W. **Gamification**. Handbook of Digital Games and Entertainment Technologies, p. 1-23, 2016.
- MAJURI, J.; KOIVISTO, J.; HAMARI, Juho. Gamification of education and learning: A review of empirical literature. In: **Proceedings of the 2nd International GamiFIN Conference**, GamiFIN 2018. CEUR-WS, 2018.
- NORDGREN, R. D. Pink's 'Motivation 3.0' and Student Centered Schooling: Creating Life-Long Learners for the 21st Century. **Journal of Research in Innovative Teaching**, v. 6, n. 1, p. 3-11, 2013.

- NAH, F. F.; ZENG, Q.; TELAPROLU, V. R. Gamification of education: a review of literature. In: **International conference on hci in business**. Springer, Cham., p. 401-409, 2014.
- NICHOLSON, S. Strategies for meaningful gamification: Concepts behind transformative play and participatory museums. **Meaningful Play**, v. 1999, p. 1-16, 2012.
- OPRESCU, F.; JONES, C.; KATSIKITIS, M. I PLAY AT WORK—ten principles for transforming work processes through gamification. **Frontiers in psychology**, v. 5, p. 1-5, 2014.
- OLIVEIRA, S. G. T. **A motivação de alunos do ensino fundamental de uma escola pública de Belo Horizonte para aprender ciências na perspectiva de uma sequência de ensino investigativo**. 2017. 198f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Docência) da Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2017.
- PIACENTINI, M. T. **Jogo eletrônico, flow e cognição**. 2011. 102f. Dissertação (Mestrado em Mídias Digitais) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011.
- POFFO, M.; THIRY, M. Uso da Gamification para Motivação na Aprendizagem. In: **XXVI Conferência Ibero-Americana De Computação Aplicada (CIACA 2015)**, p. 153-160, 2015.
- POFFO, M. **Utilização da gamificação para motivar a aprendizagem: um estudo de caso em engenharia de software**. 2016. 209f. Dissertação (Mestrado em Computação) da Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí- SC, 2016.
- POFFO, M.; AGOSTINI, E. Gamificação para motivar o aprendiz. In: **CIET: EnPED**, 2018.
- RAY, B. D. The determinants of grades three to eight students' intentions to engage in laboratory and nonlaboratory science learning behavior. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 28, n. 2, p. 147-161, 1991.
- RYAN, R. M.; DECI, E. L. Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. **Contemporary Educational Psychology**, v. 25 n. 1, p.54-67, 2000a.

- RYAN, R. M.; DECI, E. L. Selfdetermination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. **American Psychologist**, v. 55 n. 1, p. 68-78, 2000b.
- RICHTER, R.; VICENZI, T. K. **Fundamentos e teoria organizacional**/Rosana Richter; Tulio Kléber Vicenzi: Ed. UNIASSELVI, 2016.
- RAMOS, J. S. **A motivação escolar no processo de ensino-aprendizagem de Geografia no Ensino Fundamental II: análise a partir da Escola Caic Diogo de Braga, localizada em Vitória de Santo Antão/PE**. 2018. 63f. Dissertação (Mestrado em Geografia) da Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE, 2018.
- SILVA, W. R.; RODRIGUES, C. M. C. **Motivação nas Organizações**. São Paulo: Editora Atlas, 2007.
- SOUZA, R. R. B. **Intenção de escolha de ensino superior privado à luz da Teoria do Comportamento Planejado**. 2009. 104f. Dissertação (Mestrado em Administração) da Universidade Federal Paraíba, João Pessoa – PB, 2009.
- SANTROCK, J. W. **Educational psychology**. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2011.
- SMITH, F. **A Brief History of Gamification**. **EdTechMagazine**. Disponível em: <<https://edtechmagazine.com/higher/article/2014/07/brief-history-gamification-infographic>>. Acesso em: 15 jun. 2020.
- SOARES, K. T.; et al. Influência da Motivação no Ambiente Organizacional: um estudo de caso. **XV Mostra de Iniciação Científica, Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão: UCS**, 2014.
- SARANGI, S.; SHAH, S. Individuals, teams and organizations score with gamification. **Human Resource Management International Digest**, v. 23, n. 4, p. 24-27, 2015.
- STUDART, N. **Simulação, games e gamificação no ensino de Física**. In: XXI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA. 2015, Uberlândia -MG. p. 1-17, 2015.
- SEABORN, K.; FELS, D. I. Gamification in theory and action: A survey. **International Journal of human-computer studies**, v. 74, p. 14-31, 2015.

- SHI, L.; CRISTEA, A. I. Motivational gamification strategies rooted in self-determination theory for social adaptive e-learning. **In: International Conference on Intelligent Tutoring Systems**. Springer, Cham, p. 294-300, 2016.
- SWACHA, J. Gamification in enterprise information systems: what, why and how. In: **Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS)**. IEEE, p. 1229-1233, 2016.
- SANTARÉM, R. **Como Motivar? Os novos fatores motivacionais para realização pessoal e profissional - Motivação 3.0**. 2017. Disponível em: <https://administradores.com.br/artigos/como-motivar>. Acesso em: 01 set. 2020.
- SAILER, M.; et al. How gamification motivates: An experimental study of the effects of specific game design elements on psychological need satisfaction. **Computers in Human Behavior**, v. 69, p. 371-380, 2017.
- SARDI, L.; et al. A systematic review of gamification in e-Health. **Journal of biomedical informatics**, v. 71, p. 31-48, 2017.
- SANTOS, B. R.; SILVA, C. C.; MATTAR, J. Gamificação no Ensino de Metodologia Científica. **Revista SAPERE**, v. FAEL, p. 107-125, 2017.
- SUBHASH, S.; CUDNEY, E. A. Gamified learning in higher education: A systematic review of the literature. **Computers in Human Behavior**, v. 87, p. 192-206, 2018.
- SILVA, J. A. L.; OLIVEIRA, F. C. S.; MARTINS, D. J. S. Storytelling e gamificação como estratégia de motivação no ensino de programação com Python e Minecraft. **SBC- Proceedings of SBGames**, 2017.
- DA SILVA, J. B.; SALES, G. L. Gamificação aplicada no ensino de Física: um estudo de caso no ensino de óptica geométrica. **Acta Scientiae**, v. 19, n. 5, p. 782-798, 2017.
- SILVA, J. B.; SALES, G. L.; CASTRO, J. B. Gamificação como estratégia de aprendizagem ativa no ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 4, p. 1-9, 2019.
- SO, H-J; SEO, M. A **systematic literature review of game-based learning and gamification research in Asia**. 2018. Disponível em: <<https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/30192>>. Acesso em: 10 mai. 2020

TAPIA, J. A. **A motivação em sala de aula**. São Paulo: Loyola, 2001.

TURCO, K. **Infographic: The History of Gamification (2017)**. Disponível em: <https://technologyadvice.com/blog/marketing/history-of-gamification-infographic/>. Acesso em: 5 mai. 2020

TOLOMEI, B. V. S. A gamificação como estratégia de engajamento e motivação na educação. **EAD em foco**, v. 7, n. 2, p. 145-156, 2017.

VIANNA, Y.; et al. **Gamification, Inc.: Como reinventar empresas a partir de jogos**. Rio de Janeiro: Mjv Press, 2013.

VITÓRIO, E. E. G. **Teorias De Motivação De Pessoas, Aplicadas Nas Organizações Públicas Fortemente Hierarquizadas**. 2015. 210f. Tese (Doutorado em Administração) Fundação Getúlio Vargas do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ, 2015.

VILLEGAS, E. V. **Interfaces performance & jogo: a partir dos estudos da performance de Richard Schechner**. 2018. 184f. Dissertação (Mestrado em Artes Cênicas) da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto/MG, 2018.

XU, Y. **Literature Review on Web Application Gamification and Analytics**. CSDL Technical Report 11-05, 2012. Disponível em: <<https://csdl-techreports.googlecode.com/svn/trunk/techreports/2011/11-05/11-05.pdf>>. Acesso: mai. 2020.

WERBACH, K.; HUNTER, D. **For the win: How game thinking can revolutionize your business**. Wharton Digital Press, 2012.

ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. **Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps**. " O'Reilly Media, Inc.", 2011.

Capítulo 7

Motivação e o ensino de ciências

*Ricardo Castro de Oliveira*¹

Introdução

As Ciências da Natureza sempre despertaram a curiosidade nos indivíduos. Desde criança, realizamos inúmeros questionamentos sobre os diversos fenômenos que estão ao nosso redor, sejam eles relacionados ao espaço, ao mar, aos animais, às plantas ou ao corpo humano, entre outros. Essa curiosidade é evidente nos primeiros anos do Ensino Fundamental e, nessa etapa, é essencial que o professor estimule cada vez mais a curiosidade e o interesse das crianças pela Ciência.

O que se observa, em geral, é que parte dos estudantes vai perdendo essa curiosidade e o interesse pela Ciência, com o avançar dos anos, a tal ponto que, ao final do Ensino Médio, muitos deles relatam aversão às disciplinas de Física, Química e Biologia. Nesse sentido, surgem diversas indagações por parte dos educadores. Por que esses estudantes perdem o interesse pela Ciência? É possível motivar esses estudantes para aprenderem Ciência? Como podemos fazer isso? Esses e outros pontos serão apresentados e discutidos ao longo do capítulo.

Para Chassot (2018), aprender Ciência está relacionado com a alfabetização científica, entendida por ele como um agrupamento de conhecimentos que permitem aos indivíduos fazer uma melhor leitura do

¹ Doutor em Ciências (Universidade Federal de São Carlos). Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo Câmpus Catanduva. ricardocastroifsp@gmail.com

mundo em que vivem. Para esse autor, mais do que facilitar a leitura de onde vivem, a alfabetização científica deve estar a serviço de transformar a realidade dos indivíduos. Para Chassot (2018):

A nossa responsabilidade maior no ensinar Ciência é procurar que nossos alunos e alunas se transformem, com o ensino que fazemos, em homens e mulheres mais críticos. Sonhamos que, com o nosso fazer educação, os estudantes possam tornar-se agentes de transformações – para melhor – do mundo em que vivemos (CHASSOT, 2018, p. 77).

Para que os estudantes possam tornar-se agentes transformadores, é necessário repensar o ensino que praticamos atualmente nas escolas, sendo essencial fazer a relação dos conteúdos com a realidade dos estudantes. Como intervir em uma sociedade, se os conhecimentos apresentados na escola não explicam essa realidade? Esse é um desafio importante que precisamos superar, e isso passa, obrigatoriamente, por reflexões e debates nas universidades, escolas e comunidade.

Essa leitura do mundo, apontada por Chassot (2018), está diretamente relacionada com a formação do cidadão crítico, um dos principais objetivos da Educação, expresso na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB (BRASIL, 1996). A Ciência, por seu caráter argumentativo, pode contribuir diretamente para a formação do cidadão, desenvolvendo nos estudantes o senso crítico e o espírito questionador. Mas, por que muitos estudantes não se interessam pela Ciência e por que, muitas vezes, o ensino de Ciências praticado atualmente nas escolas não tem contribuído para a formação da cidadania?

Para Chassot (1993), alguns fatores contribuem para nos distanciarmos desse objetivo. Um deles, já citado anteriormente, é a falta de vinculação dos conteúdos com a realidade dos estudantes. Outro fator é o dogmatismo da escola, ou seja, o que é falado na escola está certo e não se discute. Pensando no ensino de Ciências, temos que ter em mente que todo conhecimento construído é baseado em modelos e, dessa forma, não temos certeza se o modelo está incorreto, parcialmente correto ou totalmente correto. No entanto, a visão transmitida pela escola é a de que

os conhecimentos são verdades absolutas. Para Chassot (1993, p.49), devemos “educar não para a certeza, e sim para incerteza; e só então estaremos formando cidadãos críticos, isto é, inseridos criticamente na realidade sócio-político-econômica do país”.

Chassot (1993) aponta, ainda, outros fatores que distanciam o ensino atual de Ciências da formação cidadã, entre os quais destaca um ensino altamente abstrato, apresentação dos conteúdos por meio de linguagem de difícil compreensão, presença de um ensino a-histórico e o uso da avaliação como instrumento para controlar a sala de aula. Esses pontos são importantes e devem ser o foco de constantes reflexões e debates nas Instituições de Ensino Superior e, em particular, nos cursos de formação inicial e continuada de professores.

É importante destacar que uma proposta de ensino voltada para a formação cidadã deve envolver ativamente o estudante no processo de construção do seu conhecimento. Para isso, o docente tem um papel importante na escolha dos conteúdos, da metodologia, dos recursos didáticos e dos instrumentos avaliativos. Essas escolhas devem ser pautadas nos objetivos pedagógicos pretendidos e na motivação, uma vez que estudantes motivados tendem a se engajar nas atividades propostas, tornando-se protagonistas na sua aprendizagem.

Levando em consideração a importância da motivação para o envolvimento dos estudantes e, em particular, para aprender Ciências, surgem diversos questionamentos, tais como: É possível motivar um estudante a aprender Ciências? Que aspectos devem ser levados em consideração para motivar um estudante? Quais são os benefícios em ter um estudante motivado?

O termo motivação é utilizado com frequência no ambiente escolar. Mas o que seria a motivação? Para Bzuneck (2009, p.09), “genericamente, a motivação, ou o motivo, é aquilo que move uma pessoa ou que a põe em ação ou a faz mudar o curso”. Desde o amanhecer, nos deparamos com diversas tarefas que precisamos cumprir ao longo do dia. Essa “força” que nos impulsiona a realizar essas atividades é a motivação. Algumas delas,

realizamos com mais entusiasmo, outras com menos e isso está diretamente relacionado com os nossos interesses.

No ambiente escolar, a motivação deve estar sempre presente, pois, segundo Bzuneck (2009), um estudante motivado se engaja nas tarefas e persiste até o seu êxito, enquanto um estudante desmotivado emprega pouco esforço e desiste, prontamente, quando se depara com tarefas mais elaboradas. Nesse sentido, a motivação deve permear o planejamento docente.

Existem várias teorias relacionadas ao estudo da motivação. Neste capítulo, abordaremos a motivação sob o olhar da Teoria da Autodeterminação, proposta por Deci e Ryan em 1985, e que vem ganhando cada vez mais destaque na área educacional.

Teoria da autodeterminação

A teoria da Autodeterminação, proposta por Deci e Ryan (1985), foi um marco significativo para os estudos envolvendo a motivação. Essa teoria é amplamente utilizada em diferentes meios, como na educação, em empresas, no esporte, no lazer e nos relacionamentos, entre outros.

Para Ryan e Deci (2000b), estar motivado implica ser movido a realizar alguma coisa. Desde o nascimento, os seres humanos são providos de natureza ativa, curiosos e buscam aprender e explorar o ambiente, o que contribuiu para o seu desenvolvimento cognitivo, social e físico. Apesar de apresentarem predisposições intrínsecas, tanto a preservação quanto o aprimoramento dessas condições necessitam de apoio. Dessa forma, os autores enfatizam que na Teoria da Autodeterminação se busca compreender as condições do meio que podem contribuir ou não para essa propensão inata do ser humano.

Todo indivíduo apresenta necessidades fisiológicas, sociais e psicológicas, que são inerentes à sua sobrevivência. A motivação está relacionada com as necessidades psicológicas, que são a competência,

autonomia e o pertencimento (REEVE, 2006; RYAN; DECI, 2000a; RYAN; DECI, 2000b).

Iniciaremos a discussão sobre as necessidades psicológicas básicas, abordando a competência. Sentir-se competente é uma necessidade do ser humano. Ninguém gosta de ouvir comentários do tipo “Você não sabe fazer isso”, “Tudo que você faz não fica bom”, “Isso que você fez está muito ruim”, entre outros. Esses comentários desencadeiam a sensação de incompetência e, dessa forma, o indivíduo começa a evitar tarefas semelhantes.

Por outro lado, é muito bom quando nos sentimos capazes de realizar uma tarefa com sucesso, seja ela relacionada a um esporte, ao trabalho, resolução de uma lista de exercícios de Química, entre outras que fazem parte do nosso cotidiano. O êxito na realização da tarefa nos dá a sensação de competência “Eu jogo vôlei como ninguém”, “sou muito bom para elaborar planilhas no Excel”, “sou muito bom em resolver exercícios de Química” e essa sensação é fundamental para que o indivíduo se engaje em tarefas similares.

Para Ryan e Deci (2000b), a necessidade de competência está associada ao ótimo desempenho do indivíduo na realização de uma tarefa. Para esses autores, o oferecimento de desafios aos estudantes contribui significativamente para o atendimento dessa necessidade. De forma complementar, Reeve (2006) enfatiza que:

Quando participamos de uma tarefa cujo grau de dificuldade e complexidade encontra-se precisamente no nível de nossas habilidades atuais, experimentamos então o mais forte interesse e o maior envolvimento possível com a nossa necessidade de competência (REEVE, 2006, p.73).

É importante ressaltar que o desafio deve estar adequado às habilidades e capacidades dos indivíduos, caso contrário, ele não se sentirá apto a resolvê-lo. Vamos pensar no seguinte cenário: imagine um jogador de futebol que está habituado a disputar torneios amadores, na região em que reside. Se for apresentado a ele um desafio de disputar uma final de

Copa do Mundo, certamente não terá êxito, uma vez que o desafio está muito além de suas habilidades. Podemos pensar, agora, em uma situação oposta, na qual um jogador que está habituado a disputar grandes campeonatos, como uma Copa do Mundo, seja convidado a disputar um campeonato amador. Nesse caso, o desafio está muito aquém do que está habituado e, assim, provavelmente, não terá o envolvimento que apresenta com frequência no dia a dia.

Na área educacional, o desafio também é importante. Para isso, é fundamental que o docente conheça os estudantes e planeje os desafios, levando em consideração os conhecimentos prévios, a série em que se encontram, o nível de desenvolvimento cognitivo e suas habilidades (BZUNECK, 2010).

Assim como no exemplo anterior, envolvendo o futebol, um estudante que está iniciando os estudos de um determinado conteúdo, ainda não está preparado para resolver um desafio elaborado e, diante dele poderá sentir-se incompetente e desmotivado para prosseguir. Por outro lado, um estudante que domina os conteúdos não se sentirá estimulado a resolver um desafio muito simples. Nesse sentido, cabe ao professor elaborar os desafios, de acordo com o nível de seus estudantes naquela matéria.

Nesse contexto, fica a indagação: “como trabalhar com desafios em salas de aula que são tão heterogêneas?” Não existe uma receita pronta que atenda todos os casos, no entanto, algumas estratégias podem ser utilizadas, tais como oferecer desafios contendo uma parte que todos tenham condições de resolver e uma segunda parte da qual só alguns o conseguirão, garantindo, dessa forma, que todos possam ter sucesso na resolução de parte ou do total do desafio; oferecer atividades suplementares para quem terminou os exercícios antes; respeitar o ritmo de cada estudante e não ficar exigindo que todos concluam o trabalho ao mesmo tempo; alternar formas individuais e em grupo para o trabalho, entre outras (STIPEK, 1998; BZUNECK, 2010).

Além dos fatores mencionados, é importante que o desafio faça parte da realidade dos estudantes, pois, assim, eles se mostrarão mais dispostos a resolvê-lo. Para Bzuneck (2010, p.14), “uma tarefa ou um conteúdo visto como irrelevante não tem o poder de despertar motivação, antes, provocando tédio ou indiferença”. Esse pensamento também é compartilhado por Chassot (1993), ao mencionar sobre o ensino de Química praticado atualmente:

A química que se ensina deve ser ligada à realidade, mas quantas vezes os exemplos que se apresentam são desvinculados do cotidiano?... O que é mais importante para um estudante da zona rural? A configuração eletrônica dos lantanídeos ou as modificações que ocorrem no solo quando do uso de corretivos? E para um aluno da zona urbana? O modelo atômico com números quânticos ou processos eletrolíticos de purificação de metais ou tratamento da água? (CHASSOT, 1993, p.41).

Esses questionamentos, apontados por Chassot (1993), nos convidam a refletir sobre os conteúdos que são abordados comumente no ensino de Ciências. Muitas vezes, o docente se preocupa apenas em cumprir os conteúdos preestabelecidos nos projetos pedagógicos dos cursos e nos materiais didáticos adotados, de uma forma desconectada da realidade dos estudantes e que, muitas vezes, exige deles apenas a memorização de informações. Os conteúdos devem, portanto, fazer sentido para os estudantes, caso contrário, eles mostrarão pouca (ou nenhuma) predisposição para aprendê-los.

Além do desafio, os *feedbacks* têm um papel muito importante no atendimento da necessidade de competência (RYAN; DECI, 2000b; REEVE, 2006). Para Bzuneck (2010), o *feedback* recebido afeta tanto a aprendizagem quanto a respectiva motivação do estudante. Ao receber um elogio, o estudante sente-se competente para fazer a tarefa, ainda mais se for de alguém que ele admira, como um professor, por exemplo.

Para Bzuneck (2010), esse retorno deve ser o mais completo possível. Não basta apenas mencionar que o estudante errou dando-lhe uma nota ou conceito, é preciso apontar e discutir o erro, pois, muitas vezes, os

estudantes não descobrem o problema e continuam a cometer os mesmos erros se não tiverem tido um retorno adequado, provocando a sensação de incompetência para a realização da tarefa. Além disso, o *feedback* deve sempre ser utilizado de forma justa. Se um docente distribuir elogios a todo o momento, independente do desempenho do estudante, quando ele completar com êxito um desafio e receber um *feedback* positivo, esse já não provocará o efeito desejado.

Em síntese, desafios apropriados, acompanhados pelos respectivos *feedbacks*, são apontados por diversos autores (RYAN; DECI, 2000b; REEVE, 2006; BZUNECK, 2010) como elementos essenciais para nutrir a necessidade de competência nos estudantes.

Outra necessidade psicológica básica inerente ao ser humano é a autonomia. Nenhum indivíduo gosta de receber ordens de outras pessoas o tempo todo. Temos a necessidade de fazer escolhas, a partir dos nossos interesses, ou seja, decidir sobre a viabilidade de uma tarefa, como realizá-la, quanto tempo destinar para o seu cumprimento, entre outras (REEVE, 2006).

No ambiente escolar, a autonomia dos estudantes deve ser buscada constantemente. Para isso, o docente tem um papel fundamental, uma vez que as suas ações refletem diretamente no atendimento dessa necessidade. Reeve (2006) aponta para a existência de dois perfis antagônicos de professor, sendo um denominado de promotor de autonomia e o outro de controlador.

Para Reeve (2006), o professor controlador é aquele que gosta de ter o domínio da sala, que estabelece as regras que os estudantes devem cumprir, que especifica como responder de forma correta, apresenta-se autoritário e dono da verdade, entre outras características. Em contraposição, o docente promotor de autonomia é aquele que escuta os estudantes, incentiva e permite a participação deles durante as atividades, valoriza os esforços, elogia a evolução na aprendizagem, questiona sobre os interesses, leva em consideração as perspectivas dos estudantes ao planejar a sua prática pedagógica visando à sua formação integral, entre

outras práticas. Como o intuito é desenvolver a autonomia nos estudantes, devemos adotar, sempre que possível, o perfil promotor de autonomia em nossa prática pedagógica.

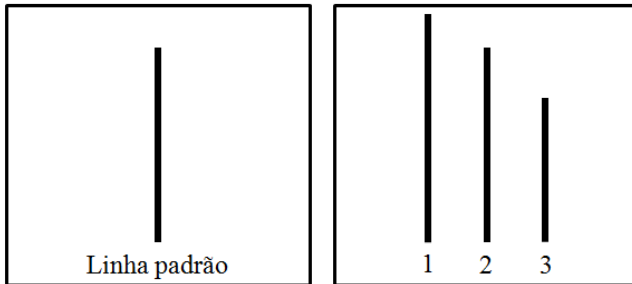
Quando mencionamos a importância da autonomia dos estudantes, é importante ressaltar que não estamos querendo transferir toda a responsabilidade de tomar decisões para os alunos ou mesmo aceitar que eles devem fazer o que bem entender. Promover a autonomia é proporcionar ao estudante a oportunidade de participar, em parceria com o docente, da construção do seu processo de aprendizagem, e isso envolve decisões a respeito de conteúdos, metodologias, recursos didáticos e instrumentos avaliativos.

É importante destacar que as necessidades psicológicas de autonomia e competência devem ser articuladas e trabalhadas concomitantemente. Segundo Deci e Flaste (1995, p.76), “a busca por competência e autonomia juntas, impulsionada pela curiosidade e interesse, é, portanto, força de crescimento que leva as pessoas a se tornarem cada vez mais realizadas e a continuarem aprendendo por toda a vida”. Por conter diversos conteúdos que despertam a curiosidade, o ensino de Ciências, se bem planejado, pode contribuir de forma significativa para nutrir essas necessidades nos estudantes.

O pertencimento é a terceira necessidade psicológica básica. Para Reeve (2006), todo indivíduo busca interagir socialmente, ter bons relacionamentos e sentir-se parte do contexto em que está inserido. Essa é uma necessidade de todo ser humano, ou seja, não gostamos de viver isoladamente, mas sim de participar de diferentes grupos em busca de um maior convívio com as pessoas.

Diversos estudos da Psicologia Social têm evidenciado a influência dos grupos no comportamento dos indivíduos. Um dos experimentos mais conhecidos foi proposto por Asch. Baron e Byrne (2005) relatam que além dos participantes, Asch convidou membros da sua equipe para participarem do experimento como atores. O experimento consistia na apresentação de duas imagens, conforme representado na Figura 01:

Figura 1: Experimento de Asch



Fonte: Adaptado de Baron e Byrne (2005).

Foram feitas inúmeras rodadas de testes e os participantes deveriam sempre responder em voz alta qual das linhas (1, 2 ou 3) tinha o mesmo tamanho da linha padrão. O participante era sempre o último a responder, após todos os atores darem a resposta em voz alta. Nos primeiros testes, os atores apontavam para a resposta correta, porém, com o tempo, combinavam entre si de apontar, de forma unânime, uma alternativa errada. O intuito era verificar se o participante seguia a sua intuição ou escolhia a conformidade e adotava a mesma resposta dada pelo grupo (BARON; BYRNE, 2005).

Os resultados evidenciaram que a maioria dos participantes seguiu a conformidade, ou seja, davam as mesmas respostas do grupo. Apenas 25% negaram dar respostas erradas em todas as ocasiões para concordar com o grupo, sendo que o restante concordou com o grupo em pelo menos um momento. Ao final dos testes, Asch entrevistou os participantes, que relataram insegurança, ansiedade, preocupação e medo de destoar dos demais, entre os fatores que interferiram nas respostas fornecidas (BARON; BYRNE, 2005).

O experimento relatado evidencia a forte influência que um grupo exerce sobre os indivíduos. Mesmo não concordando em determinadas situações, um indivíduo pode submeter-se a determinados comportamentos, para sentir-se parte daquele grupo e, dessa forma, ter a sua necessidade psicológica de pertencimento contemplada. No ambiente escolar, nos deparamos com situações similares.

Um estudante que apresenta, com frequência, bom comportamento pode integrar um novo grupo e começar a ter atitudes diferentes das habituais e, muitas vezes, não entendemos por que determinado aluno está tendo aquele comportamento. Na verdade, assim como na experiência social de Asch, esse estudante está apenas buscando a aceitação do grupo e, dessa forma, ter sua necessidade de pertencimento atendida. É importante ressaltar aqui, a importância do docente, no diálogo e na construção de um bom ambiente, fazendo com que os estudantes tenham essa necessidade contemplada.

Visando ao atendimento da necessidade de pertencimento, Reeve (2006) elenca algumas ações que podem ser tomadas, tais como demonstrar afeição e apreço, preocupar-se com os outros, estar à disposição para ouvir as pessoas, dar apoio nos momentos necessários, entre outras.

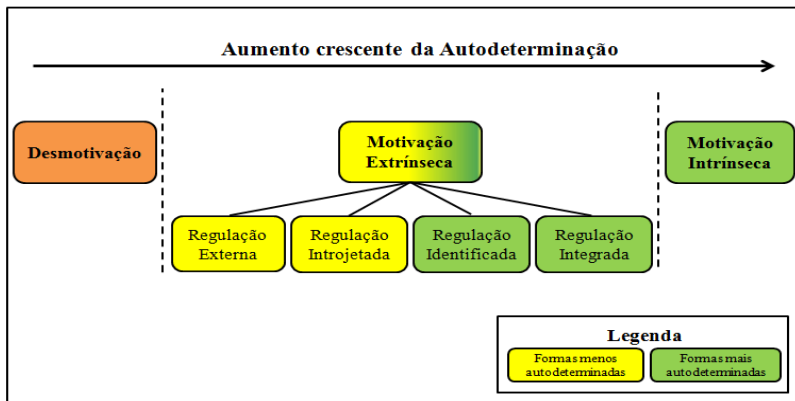
E o que essas necessidades psicológicas básicas apresentadas têm a ver com a motivação? Para Ryan e Deci (2000b), estar motivado implica ser movido a realizar alguma atividade e, para isso, o indivíduo precisa ter as necessidades de competência, autonomia e pertencimento atendidas. Na ausência dessas necessidades, o indivíduo não apresentará motivação para realizar determinada tarefa. É importante enfatizar, ainda, que essas necessidades precisam estar interligadas e trabalhadas de forma conjunta, caso contrário, não se obterá o resultado esperado. De nada adianta um indivíduo ter a necessidade de competência atendida e não ter autonomia para fazer uso dela, por exemplo. Essas necessidades devem caminhar de forma simultânea. Nesse sentido, se o docente deseja motivar seus estudantes, precisa planejar suas ações de forma a contemplar essas três necessidades psicológicas.

A teoria da Autodeterminação foi um marco significativo para os estudos envolvendo a motivação. Anteriormente à sua apresentação, a motivação era classificada em dois tipos, a extrínseca e a intrínseca. Essa classificação era vista como dicotômica, ou seja, um indivíduo poderia

estar motivado, mediante a presença de fatores externos ou porque a atividade proporcionava bem-estar.

No entanto, Vansteenkiste, Lens e Deci (2006) apontam que, olhar a motivação sob essa classificação, limita a compreensão do problema, pois muitas tarefas são iniciadas por fatores externos e, durante a sua realização, o indivíduo pode engajar-se de maneira autônoma. Nesse caso, o indivíduo apresenta um estado intermediário de motivação, que contemplaria características da extrínseca e da intrínseca. Essa classificação dicotômica não seria, portanto, a mais adequada para classificar a motivação. A partir disso e de diversos estudos, Ryan e Deci (2000a) expandiram a classificação da motivação na Teoria da Autodeterminação, ao propor um *continuum* de motivação, representada na Figura 2.

Figura 2: *Continuum* de Autodeterminação



Fonte: Adaptado de Ryan e Deci (2000a).

Por meio desse *continuum*, Ryan e Deci (2000b) evidenciaram que a motivação varia não somente em relação ao nível (pouca ou muita), mas também na orientação, que se refere aos diferentes tipos de motivação, que apresentaremos a seguir.

O primeiro deles é a desmotivação. Um indivíduo desmotivado não vê utilidade na tarefa e, mesmo diante de recompensas externas ou de uma possível punição, não apresenta disposição para realizá-la (RYAN; DECI,

2000b). Pensando no ambiente escolar, é o caso do estudante, por exemplo, que não gosta de Química, não vê a sua importância e, diante disso, se recusa a fazer determinada tarefa que envolve a disciplina, mesmo quando o professor oferece pontos extras ou mesmo outro prêmio.

O segundo tipo de motivação é a extrínseca, subdividida, de acordo com os estilos regulatórios, em regulação externa, regulação introjetada, regulação identificada e regulação integrada (RYAN; DECI, 2000b).

Na motivação extrínseca por regulação externa, os comportamentos dos indivíduos são observados mediante a presença de recompensas externas ou mesmo para evitar uma punição. É o caso do estudante que não reconhece a importância da disciplina de Química, por exemplo, mas aceita realizar a tarefa porque receberá pontos extras, ou seja, só faz a tarefa porque tem o prêmio envolvido. Nesse caso, o grau de internalização é baixo e o *locus* de causalidade é externo (RYAN; DECI, 2000b).

O segundo tipo de motivação extrínseca refere-se à regulação introjetada, na qual os comportamentos ainda são fortemente influenciados por razões externas. Nesses casos, os indivíduos até reconhecem a importância da atividade, porém não sentem satisfação na sua realização, fazendo-a apenas para evitar a culpa ou mesmo para satisfazer a sua autoestima. O grau de internalização é maior, se comparado à regulação externa e o *locus* de causalidade é pouco externo (RYAN; DECI, 2000b).

No ambiente escolar, os estudantes que apresentam esse tipo de motivação realizam as atividades com a constante sensação de pressão dos professores e/ou pais e também dos colegas, visto que não querem ficar para trás por não realizar a tarefa e ter a sua autoestima afetada. São os fatores externos que direcionam, portanto, os comportamentos dos estudantes na motivação extrínseca por regulação introjetada.

Tanto a motivação extrínseca por regulação externa quanto a introjetada apresentam baixo grau de autodeterminação e não são as formas mais desejáveis no ambiente escolar, pois estão relacionadas a desempenhos insatisfatórios (RYAN; DECI, 2000b). Dessa forma, devemos

evitar estratégias e ações que incentivem esses comportamentos nos estudantes.

Ao caminhar pelo *continuum*, tem-se a motivação extrínseca por regulação identificada, que apresenta o *locus* de causalidade interno. Nesse tipo de motivação, os indivíduos realizam as tarefas porque reconhecem a sua importância (RYAN; DECI, 2000b). É o caso, por exemplo, de um estudante que deseja prestar um vestibular concorrido de medicina e que, mesmo não gostando de algumas disciplinas específicas, identifica-se com a causa e se envolve nos estudos dessas disciplinas porque sabe que elas são essenciais para alcançar o objetivo futuro, que é o ingresso na Universidade.

Para Ryan e Deci (2000b), a motivação extrínseca por regulação integrada é a forma mais autodeterminada de motivação extrínseca. Nela, os regulamentos são totalmente assimilados pelo *Self*, contemplando os valores e as necessidades dos indivíduos. Embora apresente várias características em comum com a motivação intrínseca, Guimarães e Bzuneck (2008) apontam que, nesse tipo de regulação, a atenção ainda está direcionada para as vantagens pessoais, decorrentes da realização da tarefa.

De uma forma simples e objetiva, Reeve (2006) elaborou uma tabela resumo com os diferentes tipos de motivação extrínseca, tendo como base a afirmação “Por que devo reciclar”. Essa tabela, obtida na íntegra do trabalho de Reeve (2006), está representada no quadro 1 a seguir.

Quadro 1: Tipos de motivação extrínseca relacionados ao motivo “Por que devo reciclar”.

Tipo de motivação extrínseca	Contingência externa em jogo	O motivo de eu reciclar é...	Citação ilustrativa
Regulação externa	Incentivos, consequências	“alcançar uma consequência”.	“Reciclo para ganhar 15 centavos por lata.”
Regulação introjetada	Evitar a culpa, aumentar a autoestima	“porque devo”.	“Reciclo porque devo fazê-lo, já que quero me sentir bem (e não culpado) comigo mesmo.”
Regulação identificada	Valorização, senso de importância	“porque é importante”.	“Reciclo porque é importante para que tenhamos um

Regulação integrada	Congruência de valores	“porque isso reflete os valores que eu cultivo”.	ambiente mais limpo.” “Reciclo porque isso reflete e expressa quem eu sou e aquilo em que acredito.”
---------------------	------------------------	--	---

Fonte: Reeve (2006).

Por fim, ao percorrer o *continuum*, tem-se a Motivação Intrínseca, na qual o indivíduo realiza determinada tarefa pelo prazer e satisfação que ela proporciona e não por conta de fatores externos (RYAN; DECI, 2000b). Esse é o caso, por exemplo, de um estudante que é apaixonado por Química e, mesmo depois de um dia exaustivo de estudos, ainda busca exercícios da matéria para resolver, porque essa atividade lhe é prazerosa. Para Reeve (2006), esse tipo de motivação deve ser o almejado, visto estar diretamente relacionado a inúmeros benefícios para os indivíduos, como a persistência, a criatividade, o bem-estar e a aprendizagem de alta qualidade. Esse é o melhor tipo de motivação, pois o indivíduo realiza a tarefa porque realmente gosta e não porque vai receber algo em troca.

É importante destacar que os tipos mais autodeterminados (autônomos) estão diretamente relacionados a desempenhos satisfatórios, desenvolvimento social e bem-estar físico e psicológico (RYAN; DECI 2000a; RYAN; DECI 2000b; REEVE, 2006) e, dessa forma, são os tipos mais desejáveis no ambiente escolar.

Segundo a Teoria da Autodeterminação, um indivíduo pode mudar o seu estado motivacional. Ainda bem que essa mudança é possível, pois imagine como seria frustrante, se entrássemos em uma sala de aula com estudantes desmotivados e não fosse possível modificar essa falta de motivação deles. Essa mudança está relacionada ao atendimento das necessidades psicológicas básicas de competência, autonomia e pertencimento, inerentes a todo ser humano (RYAN; DECI, 2000a; RYAN; DECI 2000b; REEVE, 2006).

Ao suprir as necessidades psicológicas básicas, os estudantes percorrem o *continuum* em direção às formas mais autônomas e autodeterminadas de motivação, que são as mais desejadas no ambiente

escolar. O caminho contrário também pode ocorrer, ou seja, se o professor adotar uma postura controladora que não incentive a autonomia e a competência, os estudantes podem caminhar pelo *continuum* em direção às formas menos autônomas e autodeterminadas de motivação. Nesse caso, ao suprimir as necessidades psicológicas básicas, esses alunos terão pouca ou nenhuma motivação para cumprir as tarefas e, conseqüentemente, apresentarão baixo engajamento na sua execução.

É importante ressaltar que, dependendo das condições e experiências, o indivíduo pode internalizar um novo comportamento em qualquer ponto do *continuum*, não seguindo, obrigatoriamente, a seqüência apresentada (RYAN, 1995). Cabe ao docente, portanto, oferecer condições para que os estudantes atinjam os níveis motivacionais mais desejados que são, em ordem crescente de aspiração, a motivação extrínseca por regulação identificada, motivação extrínseca por regulação integrada e a motivação intrínseca.

É importante enfatizar que essas necessidades psicológicas básicas são inerentes a todos os indivíduos e, assim, são aplicáveis a diferentes contextos, como no trabalho, nos esportes, nos relacionamentos, na educação, no convívio em comunidade entre outros.

Podemos refletir, por exemplo, como ela pode ser aplicada nos relacionamentos. Será que você está motivando o seu companheiro(a), seu amigo(a) a estar ao seu lado? Será que você valoriza a autonomia ou fica o tempo todo passando ordens, querendo que outros façam aquilo que você quer e não o que ele(a) tem vontade? Será que você valoriza as atividades que ele(a) desempenha, fazendo os *feedbacks* adequados, ou fica fazendo comentários menosprezando o trabalho realizado? Será que você faz com que a pessoa que está ao seu lado sintam-se parte do contexto ou dele excluída? Esses questionamentos estão diretamente relacionados às necessidades psicológicas que, quando atendidas, contribuem para a pessoa sentir-se motivada a estar ao seu lado.

O mesmo raciocínio pode ser aplicado a outros contextos. Voltamos agora para o educacional. Ao elaborar um plano de aula, devemos ter em

mente quais são os objetivos pedagógicos pretendidos e como podemos atender a essas necessidades psicológicas, no sentido de motivar os estudantes para a aprendizagem. Esses aspectos nortearão a escolha dos conteúdos, da metodologia, dos recursos didáticos e dos instrumentos de avaliação a serem adotados pelo docente.

Faremos uma breve reflexão sobre a metodologia e os recursos didáticos no Ensino de Ciências. Existem várias possibilidades para abordar os conteúdos, podendo-se adotar uma metodologia tradicional, ensino por investigação, estudo de caso, problematização, ensino por projetos entre outras. A partir da definição da metodologia, o docente deve escolher os recursos didáticos mais apropriados para determinada situação, podendo ser: experimentação, jogos, livros didáticos e paradidáticos, filmes, música, teatro, poesia entre outros.

Um dos recursos mais utilizados no ensino de Ciências é a experimentação, sendo que os experimentos podem ser trabalhados por meio da abordagem tradicional ou investigativa. Na abordagem tradicional, o estudante segue, mecanicamente, um roteiro, como se fosse uma receita de bolo, enquanto na abordagem investigativa o estudante elabora o seu próprio roteiro, a partir de um conjunto de conhecimentos (FERREIRA; HARTWIG; OLIVEIRA, 2010).

Pensando na motivação, a abordagem investigativa pode contemplar de forma mais efetiva as necessidades psicológicas básicas, o que proporciona maior engajamento dos estudantes no processo de ensino e aprendizagem. Isso ocorre porque o estudante tem autonomia para elaborar um procedimento experimental e, quando consegue resolver o problema proposto, sente-se competente e, por percorrer etapas que são semelhantes às desenvolvidas pelos cientistas, isso faz com que se sinta parte dessa comunidade. Por isso, é muito comum encontrar relatos na literatura mencionando a motivação envolvida na realização de atividades investigativas.

Esse mesmo raciocínio pode ser estendido para os outros recursos didáticos empregados no ensino de Ciências. A música, por exemplo, pode

ser utilizada em diferentes momentos, seja para introduzir um novo conteúdo, revisar algo ou mesmo avaliar a aprendizagem do estudante. O professor pode utilizar uma música pronta para isso; no entanto, esse recurso poderá envolver maior motivação, se o estudante tiver a oportunidade de elaborar a música, uma vez que terá autonomia para a sua produção e poderá sentir-se competente por ter cumprido a tarefa com êxito. Esses fatores nutrem as necessidades psicológicas básicas necessárias à motivação e, dessa forma, esse recurso pode auxiliar diretamente na motivação e na aprendizagem do estudante.

Diante disso, retomemos os questionamentos apresentados no início do capítulo “É possível motivar esses estudantes para aprender Ciência?”, “Como podemos fazer isso?”. A teoria da Autodeterminação nos mostra que é possível mudar o estado motivacional e isso ocorre quando nutrimos nos estudantes as necessidades psicológicas básicas de competência, autonomia e pertencimento. Nesse sentido, o professor deve, sempre que possível, planejar suas ações e tomar as decisões, pensando nessas necessidades, pois estão diretamente relacionadas com a motivação e, conseqüentemente, com o envolvimento e a persistência do estudante na tarefa.

Cabe apontar, ainda, que outros fatores devem estar presentes no planejamento docente, tais como utilizar uma linguagem adequada ao nível de compreensão dos estudantes e relacionar os conhecimentos, sempre que possível, com a realidade deles. Quando esses alunos conseguirem assimilar a importância dos conteúdos, a quantidade de questionamentos do tipo “por que eu preciso aprender isso?”, “qual a importância desse conteúdo para a minha vida?” vai diminuindo de maneira sensível, pois estarão encontrando sentido naquilo que estão aprendendo.

Até o momento, apresentamos os diferentes tipos de motivação e as condições necessárias para que os indivíduos modifiquem o seu estado motivacional. No entanto, como é possível medir o estado motivacional

das pessoas? Esse levantamento é muito importante, pois pode ser utilizado como ponto de partida para a tomada de decisões.

De acordo com Guimarães, Bzuneck e Boruchovitch (2010), o autorrelato vem sendo o método mais empregado, sendo o questionário um dos principais instrumentos para a coleta de informações. É importante ressaltar que esse instrumento deve assegurar as propriedades psicométricas adequadas, e isso ocorre quando o questionário passa por análises estatísticas.

Os questionários vêm sendo amplamente utilizados em trabalhos envolvendo a motivação dos estudantes em diversos níveis, como no Ensino Fundamental (MEDEIROS et al., 2000; NEVES; BORUCHOVITCH, 2007; PERASSINOTO; BORUCHOVITCH; BZUNECK, 2013), no Ensino Médio (MARCHIORE; ALENCAR, 2009; ZENORINI; SANTOS; MONTEIRO, 2011; CATANHO, 2018) e no Ensino Superior (CARDOSO; BZUNECK, 2004; BORUCHOVITCH, 2008; SANTOS et al., 2011).

Por meio das análises dos questionários, é possível definir o estado motivacional dos estudantes e, a partir delas, pensar em ações e estratégias visando a melhores resultados (OLIVEIRA; GOIS, 2020a; OLIVEIRA; GOIS, 2020b). Nesse sentido, o professor deve buscar, constantemente, instrumentos que estejam mais adequados à sua realidade, podendo utilizar um questionário na íntegra ou fazer adaptações.

Tão importante quanto a motivação do estudante é a motivação do docente, pois ela interfere diretamente no envolvimento dos seus alunos para a aprendizagem. Além disso, Quadros (2005) enfatiza que o bom professor pode influenciar o estudante na escolha da carreira. Esse fato ficou evidente na pesquisa realizada por Oliveira e Gois (2020a), que teve a participação de 524 licenciandos em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, sendo que 39% dos participantes apontaram que a escolha do curso teve influência de algum professor que tiveram ao longo da trajetória escolar.

Levando em consideração que muitos cursos de Licenciatura, em especial, os cursos voltados para a área de Ciências da Natureza

apresentam baixa procura e elevada taxa de evasão, a motivação do docente que atua nesses cursos é fundamental, pois, de acordo com Sá e Santos (2016, p.108), “Formadores que valorizam a carreira docente tendem a demonstrar prazer em sala de aula e estimular seus estudantes à docência”. Isso pode fazer com que o licenciando permaneça na Instituição e escolha a carreira docente como profissão.

É importante ressaltar que a motivação docente está relacionada a inúmeros fatores, tais como a valorização da profissão, plano de carreira adequado, infraestrutura apropriada para trabalho, entre outros. Nesse sentido, devemos nos unir e lutar para que todos os professores tenham essas condições atendidas e, assim, possamos alcançar os melhores resultados.

Considerações finais

O Ensino de Ciências pode contribuir de forma significativa para a formação cidadã dos estudantes. No entanto, é preciso repensar a maneira como está sendo abordado nas escolas. Muitas vezes, esse ensino não leva em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes e a realidade na qual estão inseridos. Tais fatos acabam desestimulando-os a aprender Ciências. É necessário, portanto, reestruturar os currículos de Ciências e pensar em meios para tornar os conteúdos mais próximos e relevantes para os alunos.

Além desses aspectos, é fundamental que os estudantes estejam motivados para aprender Ciências. A motivação é um determinante da qualidade da aprendizagem, ou seja, se você quer que o estudante aprenda, motive-o. Para isso, é importante que o docente vincule os conteúdos com a realidade de seus alunos, assim como que valorize seus conhecimentos prévios e os utilize como ponto de partida para a construção dos conhecimentos. Além disso, é fundamental olharmos com cuidado para a motivação do estudante que, segundo a Teoria da Autodeterminação,

passa pelo atendimento das necessidades psicológicas básicas de competência, autonomia e pertencimento.

Nesse sentido, cabe ao docente propor metodologias, bem como recursos didáticos e instrumentos avaliativos que contemplem essas necessidades, pois, dessa forma, os estudantes estarão mais engajados na realização das atividades propostas e caminharão para formas mais autônomas e autodeterminadas de motivação. Um estudante motivado é aquele que persiste na realização da atividade, porque identifica a sua importância. Além de melhores resultados de desempenho, um indivíduo motivado sente-se bem e disposto a realizar as tarefas, e é isso que almejamos para os nossos estudantes. Por isso, é fundamental conhecer o perfil motivacional dos alunos, pois, a partir desse levantamento, é possível traçar planos e metas em busca de melhores resultados de aprendizagem. Ressalta-se que, nesse cenário, o professor atua como um constante pesquisador da sua prática, o que acaba contribuindo para a sua própria formação.

Discutir sobre a motivação atrelada ao Ensino de Ciências é imprescindível. Estamos vivenciando um período no qual as *fake news* e as pseudociências vêm ganhando cada vez mais espaço na mídia. Motivar os estudantes para que eles aprendam Ciências é uma oportunidade de impedir que essas informações se propaguem de forma exacerbada e interfiram no desenvolvimento da Ciência e da Sociedade.

Neste artigo, vimos que a Psicologia e, em particular, a Teoria da Autodeterminação pode ser uma aliada importante na busca por um ensino de qualidade. Vimos que é possível motivar os estudantes a aprenderem Ciências, quais fatores estão relacionados à motivação e aos benefícios que essa motivação pode proporcionar. Manter o estudante motivado é uma tarefa árdua e requer de nós, professores, uma atuação constante, pois, dessa forma, poderemos atingir melhores resultados.

Referências

- BARON, R. A.; BYRNE, D. **Psicologia Social**. 10 ed. Prentice-Hall, 2005.
- BORUCHOVITCH, E. A motivação para aprender de estudantes em cursos de formação de professores. **Educação**, v.31, n.1, p.30-38, 2008.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1996.
- BZUNECK, J. A. A motivação do aluno: aspectos introdutórios. In: BORUCHOVITCH, E; BZUNECK, J.A.; (Org.) **A motivação do aluno: contribuições da Psicologia Contemporânea**. 4ª edição. Ed.Vozes, Petrópolis, RJ; 2009.
- BZUNECK, J. A. Como motivar os alunos: sugestões práticas. In: BORUCHOVITCH, E; BZUNECK, J.A.; GUIMARÃES, S.E.R. (Org.) **Motivação para aprender: aplicações no contexto educativo**. 2ª edição. Ed.Vozes, Petrópolis, RJ; 2010.
- CARDOSO, L. R.; BZUNECK, J. A. Motivação no ensino superior: metas de realização e estratégias de aprendizagem. **Psicologia escolar e educacional**, v.18, n.2, 2004.
- CATANHO, M. Relações entre motivação e aprendizagem no ensino de Química. 2018. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Ensino e Processos Formativos) - UNESP, São José do Rio Preto, 2018.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 8 ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2018.
- CHASSOT, A. **Catalisando transformações na educação**. Ijuí: Editora Unijuí, 1993.
- DECI, E.L.; RYAN, R.M. Intrinsic motivation and self-determination in human behavior. New York: Plenum Press, 1985.
- DECI, E. L; FLASTE, R. **Por que fazemos o que fazemos: entendendo a automotivação**. Negócio editora, 1998.
- FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química nova na Escola**, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.

GUIMARÃES, S.E.R.; BZUNECK, J.A. Propriedades psicométricas de um instrumento para avaliação da motivação de universitários. **Ciências & Cognição**, vol. 13, p.101-113, 2008.

GUIMARÃES, S.E.R.; BZUNECK, J.A.; BORUCHOVITCH, E. Instrumentos brasileiros de avaliação da motivação no contexto escolar: contribuições para pesquisa, diagnóstico e intervenção. In: BORUCHOVITCH, E; BZUNECK, J.A.; GUIMARÃES, S.E.R. (Org.) **Motivação para aprender: aplicações no contexto educativo**. 2ª edição. Ed.Vozes, Petrópolis, RJ; 2010.

MARCHIORE, L. W. O. A.; ALENCAR, E. M. L. S. Motivação para aprender em alunos do ensino médio. **ETD - Educação Temática Digital**, 10, 105-123, 2009.

MEDEIROS, P. C.; LOUREIRO, S.R.; LINHARES, M. B. M.; MARTURANO, E. M. Autoeficácia e os aspectos comportamentais de crianças com dificuldades de aprendizagem. **Psicologia: reflexão e crítica**, v.13, n.3, p.327-336, 2000.

NEVES, E. R. C.; BORUCHOVITCH, E. Escala de avaliação da motivação para aprender de alunos do ensino fundamental (EMA). **Psicologia: reflexão e crítica**. v. 20, n.3, 2007.

OLIVEIRA, R. C.; GOIS, J. Motivação para permanência e êxito dos licenciandos em Química no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. **Revista Prática Docente**, v. 5, n. 2, p. 999-1018, 31 ago. 2020a.

OLIVEIRA, R.C; GOIS, J. Motivação dos licenciandos em Química no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. **Ensino & Pesquisa**, v.18, n.2, p. 127-141, 2020b.

PERASSINOTO, M. G. M.; BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. Estratégias de aprendizagem e motivação para aprender de alunos do Ensino Fundamental. **Avaliação psicológica**, v.12, n.3, p.351-359, 2013.

QUADROS, A. L.; CARVALHO, E.; COELHO, F. S.; SALVIANO, L.; GOMES, M. F. P.A; MENDONÇA, P. C.; BARBOSA, R. K. Os professores que tivemos e a formação da nossa identidade: um encontro com nossa memória. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, n. 1, p. 49-64, 2005.

REEVE, J. **Motivação & Emoção**. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

RYAN, R. M. Psychological needs and the facilitation of integrative processes. **Journal of Personality**, 63, 397-427, 1995.

RYAN, R. M.; DECI, E. L. Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. **Contemporary Educational Psychology**, v. 25, n.1, p. 54-67, 2000b.

RYAN, R.M.; DECI, E.L. Self-Determination theory and the facilitation of Intrinsic motivation, social development, and Well-Being. **American Psychologist**, v. 55, n.1, p. 68-78, 2000a.

SÁ, C.S.S; SANTOS, W. L. P. Motivação para a carreira docente e construção de identidades: o papel dos pesquisadores em Ensino de Química. **Revista Química Nova**, v.39, n.1, p. 104 -111, 2016.

SANTOS, A. A. A.; MOGNON, J. F.; ALCARÁ, A. R.; LEMOS, T. H. Motivação para aprender: evidência de validade convergente entre duas medidas. **Aletheia**, n.35-36, p.36-50, 2011.

STIPEK, D.J. **Motivation to learn: from theory to practice**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1998.

VANSTEENKISTE, M.; LENS, W.; DECI, E. L. Intrinsic versus Extrinsic goal contents in Self-Determination Theory: Another Look at the Quality of Academic Motivation. **Educational Psychologist**, 41, 19-31, 2006.

ZENORINI, R. P. C.; SANTOS, A. A. A.; MONTEIRO, R. M. Motivação para aprender: relação com o desempenho dos estudantes. **Paidéia**, v.21, n. 49, p.157-164, 2011.

Capítulo 8

Motivação e internalização em processos de significação

*Jackson Gois*¹

*Marciana Catanho*²

Introdução

Os estudos sobre motivação são importantes para compreender como indivíduos lidam com a grande diversidade de temas e desafios com que entram diariamente em contato, considerando a complexidade que caracteriza a contemporaneidade. Em termos de espaços formais de escolarização, há uma percepção por parte de professores do ensino básico a respeito da importância da motivação de estudantes nos processos de ensino e aprendizagem. Em geral, a percepção dos docentes é que falta motivação por parte dos estudantes (SEVERO; KASSEBOEHMER, 2017).

A forma como indivíduos se engajam nas atividades cotidianas, com maior ou menor motivação, determina em grande medida a qualidade da realização dessas atividades. No caso dos processos de ensino e aprendizagem, a motivação tem papel central porque influencia qualitativamente na aprendizagem que estudantes irão alcançar. A relação entre motivação e aprendizagem é recíproca, ou seja: uma produz efeito na outra. Com isso, a aprendizagem interfere na motivação dos estudantes e a motivação influencia diretamente na aprendizagem (LOURENÇO;

¹ Doutor em Educação (Universidade de São Paulo – USP). Docente da Universidade Estadual Paulista – IBILCE/UNESP. Coordena o Grupo de Pesquisa em Ensino e Significação (GPESig). jackson.gois@unesp.br

² Doutora em Química (Universidade de São Paulo – USP). Docente da Rede Estadual de Educação Básica de São Paulo. Integra o Grupo de Pesquisa em Ensino e Significação (GPESig). marciana.catanho@gmail.com

PAIVA, 2010), ou seja, é provável que não haja uma relação *a priori* entre motivação e aprendizagem, no sentido de uma anteceder outra.

Na área de Ensino, o tema da motivação ainda tem sido pouco explorado. Carvalho, Stanzani e Passos (2017) investigaram a importância do tema da motivação nos ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências), um dos mais importantes congressos de âmbito nacional na área de Ensino em nosso país. Eles investigaram de que maneira a palavra “motivação” foi utilizada em trabalhos publicados nos eventos de 2005 a 2015. Os autores constataram que a temática da motivação não foi relevante nesses eventos, estando presente em apenas 0,7% do total de trabalhos, contando apenas aqueles que fundamentaram a temática com referenciais teóricos consistentes. Além disso, também observaram que a fundamentação teórica utilizada nos trabalhos apresentou limitação quanto a pluralidade de autores, o que indica necessidade de mais estudos na área.

Dentre os diversos focos dos estudos sobre motivação, o ensino superior em geral responde por parcela significativa dos trabalhos publicados. Por exemplo, Hamm et al. (2020) apresentam um estudo sobre como atividades de reflexão em uma disciplina de Psicologia com alunos de primeiro ano do ensino superior de cursos de Ciências da Natureza, Tecnologias, Engenharias e Matemática, com alta probabilidade de desistência dos cursos, modificaram suas motivações e persistência para se formarem.

Quando se trata da motivação de alunos em cursos de formação de professores, os trabalhos disponíveis na literatura sobre o tema apontam que, para a maioria dos alunos, predomina a motivação intrínseca para a aprendizagem, tanto em instituições públicas quanto em privadas no estado de São Paulo (BORUCHOVITCH, 2008, OLIVEIRA; GOIS, 2020). No entanto, há a possibilidade de os alunos estarem escolhendo os cursos de licenciatura devido ao interesse nas áreas específicas de conhecimento científico, e não na profissão docente, como no caso da química (BEGO;

FERRARI, 2018), inclusive com o encorajamento dos próprios docentes do curso de licenciatura (SÁ; SANTOS, 2016).

A motivação de alunos do Ensino Básico para a aprendizagem em Ciências (RUFINI; BZUNECK; OLIVEIRA, 2011), Biologia (SOUZA; PRESTES, 2015), Física (CLEMENT et al., 2014) e Química (SEVERO; KASSEBOEHMER, 2017) também tem sido foco em pesquisas. Dentre as diversas contribuições resultantes dos estudos de motivação para aprendizagem em ciências, é possível observar que a motivação dos alunos aumenta quando estão relacionadas com estratégias de estudo pessoal (GOYA; BZUNECK; GUIMARÃES, 2008).

Figueiredo et al. (2016) descrevem os resultados de uma pesquisa sobre a motivação de alunos de ensino médio. Neste caso, os autores mostram que trabalhos em laboratórios de química motivam estudantes de ensino médio, independente da área de interesse no futuro profissional desses alunos. De acordo com esses autores, a metodologia de trabalho em laboratório que mais motiva os alunos é aquela em que participam ativamente, onde os estudantes se envolvem ativamente, inclusive no próprio planejamento de roteiros de atividade.

Shin et al. (2019) investigaram como uma abordagem didática fundamentada na aplicação social do conhecimento científico aumentou a motivação de alunos de quinto e sexto anos do ensino fundamental para aprender ciências. Os autores relatam que a abordagem aumentou a motivação dos alunos para aprender os temas científicos. Nesse sentido, abordagens diferenciadas do conhecimento científico em sala de aula potencializam a motivação dos alunos.

Diversas abordagens no ensino de ciências da natureza são reportadas na literatura como potencializando a motivação de estudantes de ensino básico. Por exemplo, Srisawasdi e Panjaburee (2019) partiram das concepções alternativas dos alunos sobre propriedades dos líquidos para elaborar um jogo computacional baseado em abordagem investigativa. Os resultados, comparados a um grupo controle, apontam

que houve melhora significativa na aprendizagem, devido ao aumento da motivação dos alunos que utilizaram o jogo.

De forma semelhante, Vogelzang, Admiraal e van Driel (2019) investigaram a motivação de alunos de ensino médio para aprender química, por meio de abordagem baseada em contexto. Os resultados mostraram que a abordagem pode levar ao aumento da motivação por parte dos alunos, bem como melhorar aspectos cognitivos e metacognitivos dos processos de ensino e aprendizagem.

Os trabalhos na área de Ensino mostram que o tema da motivação pode ter diversos focos, como a motivação resultante de abordagens de ensino (SHIN et al., 2019), de estratégias de estudo pessoal (GOYA; BZUNECK; GUIMARÃES, 2008) ou para concluir cursos (OLIVEIRA; GOIS, 2020), dentre outras. Considerando que os estudos sobre motivação têm origem na Psicologia, é importante considerar os diversos construtos elaborados com a finalidade de compreender o tema na aprendizagem escolar. A seguir, abordamos elementos teóricos da Psicologia e do Ensino que possibilitam uma compreensão do ponto de vista da internalização da motivação em processos de ensino e aprendizagem.

Motivação e internalização

Alguns problemas que professores enfrentam atualmente em sala de aula já são estudados há décadas a partir de diferentes abordagens de motivação. Por exemplo, alguns estudantes acham que tudo o que fazem está errado, enquanto outros simplesmente desistem de tarefas um pouco mais complexas. Essas e outras dificuldades em ambientes formais de aprendizagem têm sido investigadas sob a perspectiva da motivação, com diferentes enfoques (DEMBO; EATON, 1997).

Já se sabe, por exemplo, que o tema da motivação não é esgotado em termos meramente metodológicos, uma vez que é

“difícil resolver problemas motivacionais da sala de aula por meio de mudanças apenas no contexto de sala de aula, sem ensinar aos estudantes

como controlar e manter sua própria motivação” (DEMBO; EATON, 1997, p. 66).

Nesse sentido, as abordagens diferenciadas de ensino que procuram modificar a motivação dos estudantes apresentam resultados positivos, mas não resolvem de forma plena possíveis limitações motivacionais de estudantes. Isso porque estudantes podem estar, sim, motivados, mas em direções diferentes das planejadas nos espaços curriculares.

Por isso, é importante compreender que os estudos sobre motivação precisam ter abordagem multidisciplinar, e devem considerar as diversas contribuições da literatura. Por exemplo, é importante que docentes compreendam que podem influenciar decisivamente, por meio da relação professor-aluno, a motivação dos estudantes. Com isso, a motivação em sala de aula pode ser melhorada tanto pelos docentes quanto pelos estudantes ao compreenderem que participam de relações sociais historicamente constituídas. Docentes, como partes adultas dessa relação, devem desenvolver melhor compreensão sobre o tema.

Dentre as várias perspectivas de motivação, Dembo e Eaton (1997) observam que ao final da década de 1990 essa pluralidade já era compreendida como fundamental na Psicologia. Algumas das possíveis perspectivas que foram adotadas, de acordo com esses autores foram: (A) a perspectiva ingênua em que motivação é resultado meramente de incentivo e reforço; (B) a concepção de motivação como “força ou necessidade inconsciente que é socializada nos primeiros anos de vida de uma criança” (idem, p. 67); (C) motivação do ponto de vista cognitivo, com foco nas explicações pessoais dos alunos sobre sucesso escolar, tarefas e objetivos, onde motivação seria um construto separado da cognição; (D) motivação do ponto de vista sociocultural, não como construto individual, mas resultante da interação com outros.

Dentre as perspectivas apresentadas, Dembo e Eaton (1997, p. 68) adotam a definição em que a motivação seria “um estado interno que desperta, direciona e mantém comportamento”. De acordo com esses autores, a motivação é manifestada em sala de aula pela capacidade de

escolher o comportamento, nível de atividade e envolvimento, persistência de comportamento e regulação de esforço.

Hickey (1997) descreve diversos elementos importantes nos estudos sobre motivação na história da Psicologia. Por exemplo, ele descreve que parte considerável dos estudos sobre motivação ocorreu no paradigma do cognitivismo, iniciado na década de 1970. No cognitivismo os estudos se focalizam em representações internas, baseadas na metáfora do computador, que por sua vez foi elaborado em oposição ao behaviorismo, onde os estudos se baseavam nas reações de indivíduos frente a estímulos. Ele observa o grande impacto que os estudos de Bandura (1986) tiveram sobre este tema, já com contribuições socioculturais e cognitivas.

No paradigma cognitivista, a motivação foi compreendida como motor para a atividade intelectual. Nessas pesquisas, o foco era quantitativo, de forma que os diferentes aspectos qualitativos da atividade mental não foram explorados. O aumento do interesse por parte de cientistas cognitivistas no tema da motivação coincidiu com a emergência da abordagem sociocultural no final da década de 1980. Nesse sentido, é importante reconhecer as contribuições tanto da abordagem cognitivista quanto sociocultural no estudo da motivação. A seguir, descrevemos como a concepção de internalização é desenvolvida na Psicologia e utilizada como parte dos pressupostos sobre motivação.

Sociocultural e internalização

Na perspectiva sociocultural, a motivação é compreendida do ponto de vista em que o desenvolvimento humano seria resultado da socialização e interação com outros indivíduos, numa visão de mundo contextualista. A metáfora central na abordagem sociocultural é o evento histórico, que não pode ser isolado do contexto em que ocorreu.

A concepção de internalização tem sido utilizada na abordagem sociocultural a partir das concepções presentes nos escritos de Vigotski (2001) e Bakhtin (2004). Em Vigotski (2001) se encontra a concepção de

que o uso de ferramentas materiais e psicológicas molda aquele que as usa. Além disso, signos são concebidos como ferramentas presentes na linguagem e mediam os significados entre o sujeito e o mundo que o cerca.

Para Vigotski (2001, p. 128), “(o) desenvolvimento do pensamento e da linguagem transcorre por linhas diferentes e independentes umas das outras”. O desenvolvimento da linguagem tem origem social, conforme evidenciado por estudos empíricos. Apesar desse desenvolvimento independente entre linguagem e pensamento, “(e)m determinado ponto, ambas as linhas se cruzam, após o que o pensamento *se torna* verbal e a fala *se torna* intelectual” (idem, p. 133, *itálico do autor*). Com isso, o pensamento verbalizado e todas as suas consequências seriam resultado da internalização da fala, uma vez que tem origem social e passa a ser psicológica ou interna ao indivíduo.

Os estudos de Wertsch (1999) também contribuíram sensivelmente para a concepção de internalização, no sentido de melhor detalhamento e fundamentação. Wertsch (1999) apresenta a Teoria da Ação Mediada (TAM), em que a compreensão sobre a ação humana não pode se basear meramente nas ações do indivíduo, de maneira que a influência dos aspectos sociais não deve ser deixada de lado, mesmo para compreender as ações individuais. Esse autor compreende a ação humana tanto de forma interior quanto exterior, a qual pode também ser realizada tanto por indivíduos quanto por coletivos. No entanto, pode haver um momento psicológico da ação, o que não descarta seus momentos externos ou coletivos.

Wertsch (1999) concorda com Vigotski (2001) que a dimensão individual é derivada da social, no sentido da internalização dos aspectos socialmente apresentados aos indivíduos. Tudo o que é internalizado por indivíduos a partir das situações culturais, institucionais e históricas, ocorre de maneira mediada, por meio de modos mediacionais ou ferramentas culturais. As ferramentas culturais incluem ferramentas materiais e elementos linguísticos e culturais. A mediação semiótica das ferramentas culturais, como algoritmos matemáticos, ferramentas e

instrumentos materiais utilizados no trabalho e no esporte, viabiliza essa internalização.

Na TAM, no entanto, a concepção de internalização é delimitada e circunscrita e de maneira mais pormenorizada. Para o autor, a ilustração utilizada por Vigotski da internalização da contagem de um até dez, primeiramente utilizando os dedos das mãos e depois sem esse auxílio, sugere uma internalização plena, completa e total da ferramenta cultural matemática. No entanto, na TAM se observa que nem sempre essa internalização completa acontece com as outras ferramentas culturais disponíveis na contemporaneidade. Segundo as palavras do autor, “(a) metáfora da internalização é muito forte” (WERTSCH, 1999, p. 88).

Para pormenorizar a concepção de internalização, Wertsch adota duas outras expressões: domínio e apropriação. Com isso, seríamos capazes de utilizar as diferentes ferramentas culturais com diferentes graus de internalização, qualitativamente distintos, representados pelas noções de domínio e apropriação.

Para descrever sua noção de domínio, Wertsch utiliza a expressão de Ryle (1949, apud Wertsch, 1999) de “saber como” ou “saber utilizar com facilidade” uma ferramenta, também fundamentada nas concepções de Wittgenstein (2008). Nesse caso, ao invés de internalização completa, onde a ferramenta deixaria completamente de ser utilizada de maneira externa e passaria a ser utilizada apenas internamente, os indivíduos utilizariam a ferramenta cultural de maneira interna e externa, sabendo usa-la com facilidade.

Já a noção que Wertsch (1999) utiliza para descrever apropriação vem dos escritos de Bakhtin (2004), em que um indivíduo toma para si uma ferramenta cultural e a utiliza de acordo com seu próprio propósito ou intenção. Se apropriar, nos escritos de Bakhtin (2004), se refere à tensão entre o próprio e o alheio, em que o diálogo é possibilitado. Com isso, toda ferramenta cultural que um indivíduo entra em contato na sociedade é inicialmente alheia, do outro. O indivíduo pode então se apropriar dessa ferramenta cultural, se passar a fazer uso dela com seu próprio acento.

Nesse sentido, a apropriação envolve “resistência de algum tipo” (WERTSCH, 1999, p. 94), no sentido de resistir ao uso que já é feito e fazer um novo uso.

A partir das concepções de Wertsch (1999), é possível entender que a internalização de ferramentas culturais possibilita que indivíduos se coloquem na sociedade como seres únicos, em alguns casos apenas fazendo uso com facilidade das ferramentas culturais, e em outros casos se apropriando das ferramentas disponíveis e dando a elas outros significados, pessoais, que podem vir a se tornarem coletivos.

É necessário também observar de que maneira Wertsch compreende a questão da motivação na TAM. Para isso, Wertsch se baseia na concepção em que a ação humana pode ser compreendida a partir de cinco grandes janelas: o ato, a cena, o agente, a agência e o propósito. Nesse caso, a concepção de propósito se aproxima da concepção de motivação, mas também pode ser entendida no sentido de “finalidade”. Por exemplo, em termos de sala de aula, a concepção de propósito das atividades pode ser compreendida de formas diversas por parte de docentes (LIMA; GIORDAN, 2017).

Portanto, na concepção sociocultural, atividades internas são sempre socialmente situadas e moldadas por meios mediacionais culturalmente determinados. Nessa perspectiva, as ferramentas culturais que o indivíduo teve contato social, como a narrativa, podem ser internalizadas. A internalização possibilita que indivíduos passem a utilizar as ferramentas culturais, pelo menos parcialmente, como ferramentas psicológicas ou individuais.

É muito importante observar que só é possível falar de internalização a partir de uma compreensão sócio-construtivista ou sociocultural, uma vez que a ilustração principal desta abordagem da Psicologia é a internalização de ferramentas culturais a partir de eventos historicamente situados.

De um ponto de vista em que se considera apenas a abordagem sociocultural como possibilidade de desenvolvimento humano,

construtivistas radicais aceitam que ocorra a motivação, rejeitando que possa ser diferenciada de cognição. Rejeitam também que qualquer aspecto do comportamento humano seja propriedade de um indivíduo, de forma que o contexto sociocultural seria desconsiderado. Vigotski (2001) defendeu a concepção em que não se deveria separar afeto e intelecto, no sentido de dois processos psicológicos autônomos. Leontiev (1978) com a Teoria da Atividade, parte do pressuposto que motivos e objetivos surgem apenas em contexto sociocultural específico, de forma que estudos de motivação de maneira individualizada ou em grupos se tornam sem sentido.

Em um paradigma puramente sociocultural, só é possível analisar a atividade humana em sua totalidade histórica e social, mas não a motivação de grupos ou de indivíduos. Para sócio-construtivistas radicais, a “aprendizagem é a internalização de conhecimento coletivo representado por interações sociais” (HICKEY, 1997, p. 177), sobrando pouco espaço para pesquisas sobre motivação em espaços escolares.

Há também abordagens de motivação que adotam uma perspectiva sociocultural, mas não de forma radical. Nesse caso, ao invés de partir do princípio de que o desenvolvimento humano se deve apenas a fatores cognitivos (individuais) ou socioculturais (coletivos), considera-se a visão moderada de contribuições de ambas as concepções.

De fato, Hickey (1997) defendeu uma aproximação entre sócio-construtivismo e os estudos de motivação resultantes dos estudos cognitivistas. Ele observou que naquele momento ambas as abordagens continuavam crescendo independentemente. Isso porque a motivação parecia continuar irrelevante para o sócio-construtivismo, uma vez que este supõe como algo já incluso e não separável em seus estudos. Apesar de a abordagem sócio-construtivista incluir a concepção de motivação na sua definição, foi dado foco apenas em aspectos de contextualização até o final da década de 1990, de maneira que havia uma necessidade de integrar a pesquisa sócio-construtivista com a pesquisa sobre motivação já estabelecida.

Atualmente, Lazowski e Hulleman (2016) observam que o tema da motivação continua sendo investigado na Psicologia com diversas perspectivas, como cognitiva, de desenvolvimento, educacional e social. Estas pesquisas geram uma multidão de construtos na Psicologia com diferentes descrições de motivação, como necessidades, impulso, objetivo, aspiração, interesse, afeto, dentre outras. Em geral, há necessidade de uma extensa pesquisa bibliográfica para se investigar o tema, qualquer que seja a abordagem escolhida. Quando se trata da motivação na aprendizagem escolar, as teorias de motivação estão concentradas na energização e direcionamento do comportamento.

Em função do reconhecimento da multiplicidade de abordagens e das potenciais contribuições distintas em cada uma delas, se observa a necessidade de sínteses sobre o tema. Em especial, nas áreas de Ensino e Educação as teorias de motivação tendem a se basear em sínteses com fundamentação cognitiva e social, com ênfase na percepção individual inserida num contexto social.

No caso de Lazowski e Hulleman (2016), os autores incluem em sua delimitação de motivação processos afetivos, de comportamento e cognitivos. Nesse caso, reconhecem a possibilidade de mudanças na motivação individual, que seria uma internalização da motivação, ao definirem intervenção como: “manipulação implementada por um agente externo (professor, pesquisador etc.) com a intenção de mudar as cognições, emoções ou comportamentos dos estudantes” (LAZOWSKI; HULLEMAN, 2016, p. 606). Com isso, além da internalização de ferramentas culturais, pode-se conceber também a internalização de motivação.

De maneira semelhante, Hidi e Harackiewicz (2000, p. 160) observam que “internalização e integração são dois processos que permitem a assimilação de fatores externos no *self*”. Com isso, as pessoas podem se interessar naturalmente por algo, mas podem também internalizar e integrar motivação sobre atividades que não eram inicialmente consideradas como interessantes, o que possibilita considerar

tanto aspectos cognitivos/individuais quanto socioculturais. Nesse sentido, é possível provocar um interesse a partir de uma situação social e a atividade se tornar interessante. Os autores observam que, após a internalização, a motivação está espontaneamente integrada ao *self*.

É importante destacar que a concepção de internalização é central para a abordagem sociocultural e relevante na compreensão de aspectos da motivação. Neste artigo adotamos uma abordagem em que elementos da contribuição cognitivista e sociocultural sobre a motivação são levados em consideração para a melhoria na compreensão dos processos de ensino e aprendizagem em sala de aula. Em especial, a possibilidade de internalização tanto de ferramentas culturais quanto de motivação é intelectualmente instigante do ponto de vista da busca de compreensão de processos de ensino e aprendizagem. Na próxima seção destacamos algumas possibilidades de sínteses teóricas sobre motivação e destacaremos uma delas, que possibilita pensar a internalização de ferramentas culturais e de motivação.

Tipologias e integração de concepções

Em função da variedade de estudos sobre a temática da motivação, existe grande quantidade de construtos teóricos utilizados. A partir de uma revisão da literatura com o tema da motivação para leitura, Conradi, Jang e MacKenna (2014) apontam a grande variedade de diferentes termos na literatura. Os autores observam que os estudos sobre motivação são multidimensionais, incluindo diversos fatores. Considerando a multiplicidade de medidas de fatores, bem como a pluralidade de formas de entendimentos, os estudos sobre motivação são um desafio para a Psicologia. Pesquisadores da área entendem a necessidade de revisão sistemática, clareza de definição, consensos teóricos e uso de escalas na tentativa de padronizar significados, atualmente distintos entre grupos e linhas de pesquisa.

Esses autores fazem um estudo sobre como as terminologias de motivação foram conceituadas entre os anos de 2003 e 2013. Percebem dois grandes problemas na literatura, que são (1) a tendência em juntar ou colapsar resultados relacionados a construtos específicos em uma única categoria ampla, de forma a tratar a motivação como construto unidimensional, e (2) as próprias definições dos pesquisadores acerca dos construtos teóricos sobre motivação, onde se observa uso de termos relacionados de forma intercambiável, o que diminui a clareza do uso que está sendo feito. Os resultados mostraram que 17% dos trabalhos utilizaram definições explícitas dos construtos, 64% definições implícitas, 19% sem qualquer definição dos termos utilizados e 22% dos trabalhos podem ser considerados como atóricos, ou seja, sem qualquer exposição dos pressupostos teóricos.

Ainda sobre a diversidade de concepções e construtos teóricos com o tema da motivação, Davis et al. (2018) apresentam uma reflexão sobre medidas e escalas nos estudos de motivação para leitura. Os autores sumarizam 16 escalas diferentes de motivação para leitura e observam que é necessário realizar mais estudos para contemplar a multidimensionalidade sobre esse tema.

A despeito das grandes e importantes contribuições da Psicologia para o estudo da motivação, Turner e Patrick (2008) observam que são necessárias mudanças no foco das pesquisas sobre motivação para que tenha aplicações práticas em processos de ensino e aprendizagem. As autoras apontam que é necessária uma compreensão mais processual sobre como e por que estudantes desenvolvem diferentes valores, objetivos e competências, o que se aproxima da concepção de internalização. Considerando a diversidade de construtos, as autoras entendem que muitas perguntas acerca da motivação podem ser respondidas a partir da superação de concepções individuais/cognitivistas ou contextuais/socioculturais.

Nesse sentido, a pesquisa em motivação deveria se focalizar mais em desenvolvimento e mudanças na motivação. Essas autoras entendem ser

importante remover as fronteiras entre pessoa e ambiente para focalizar nos constituintes da motivação. Com isso, seria possível conceitualizar a “motivação como negociação entre o cognitivo e o social” (TURNER; PATRICK, 2008, p. 129).

Além de possíveis superações de um embate entre concepções individuais e coletivas, há também potenciais debates sobre abordagens que consideram forças internas e externas como fundamentais para a motivação. Hidi e Harackiewicz (2000) observam que nesse debate é importante considerar que, na Psicologia, a reflexão inicial sobre a influência externa na motivação foi uma reação do cognitivismo ao behaviorismo. No cognitivismo, essa reação resultou na diminuição da importância das influências externas na motivação.

As autoras observam que entre as décadas de 1980 e 1990 houve diversas publicações sobre o tema da motivação externa com vistas a diminuir sua importância, bem como aumentar a importância das motivações internas. No entanto, a despeito dos potenciais equívocos da concepção behaviorista de desenvolvimento humano e motivação, isso não significa que todas as motivações externas devam ser negligenciadas.

Atualmente há diversas contribuições dos estudos sobre motivação, dentre elas, a das necessidades básicas para a motivação. Quando um indivíduo tem suas necessidades básicas preenchidas, em âmbito escolar ou profissional (RIGBY; RYAN, 2018), é provável que desenvolva um perfil mais autorregulado de motivação. Nesse sentido, é importante procurar desenvolver estratégias que possibilitem aos indivíduos o desenvolvimento de autonomia no espaço escolar, ou seja, possibilitar escolhas. De igual forma, o desenvolvimento de sensação de competência nos estudantes deve ser um alvo no planejamento escolar, de forma que os alunos percebam que têm capacidade de realizar determinadas tarefas. Além disso, o senso de pertencimento ao meio escolar também vai auxiliar no desenvolvimento da motivação do estudante, uma vez que se sentirá parte desse meio.

Os estudos no campo da motivação no Ensino de Ciências encontram articulação com outros conceitos, como o engajamento. Trata-se de um construto multifacetado e maleável que inclui comportamento, emoções e cognição, respondendo a características do contexto e a mudanças no ambiente. Nesse sentido, estes estudos respondem sobre como estudantes se comportam, sentem e pensam sobre temas científicos, uma vez que os estudos separados de cada um desses temas podem ser limitantes (FREDRICKS; BLUMENFELD; PARIS, 2004).

Murphy et al. (2019) observam que há diversas concepções sobre o tema do engajamento na Educação em Ciências, Matemática, Engenharia e Tecnologia. Apresentam uma revisão em que observaram que as concepções de auto-conceito e auto-eficácia são importantes para o engajamento dos estudantes. Apontam que há diversas teorias de motivação relacionadas com a concepção de engajamento, como “expectativa-valor, auto-determinação, atribuição, realização de metas” (idem, p. 306).

Esses autores escolheram seis construtos dessas teorias, que são auto-eficácia, auto-conceito, valor de tarefa, realização de metas, crenças sobre inteligência, senso de autonomia e de proximidade, elaborando uma síntese a partir da revisão da literatura. Nessa síntese, os autores utilizam construtos motivacionais e emocionais (ansiedade). Além de uma revisão detalhada sobre o tema do engajamento, os autores oferecem também uma visão global sobre cada um desses construtos aplicados na Educação em Ciências, Matemática, Engenharia e Tecnologia.

Meece, Glienke e Burg (2006) também apresentam uma proposta de síntese sobre o tema da motivação. Com foco nas diferenças de gênero para aprendizagens consideradas como tipicamente masculinas ou femininas, propõem a comparação entre 4 teorias motivacionais (atribuição, expectativa-valor, auto-eficácia e realização de objetivos) e observam que muito ainda pode ser feito para mudar as concepções de atividades tipicamente masculinas ou femininas na sociedade.

Covington (2000) também apresenta uma proposta de integração de teorias. Para essa finalidade, observa que a qualidade da aprendizagem escolar e a vontade de continuar aprendendo dependem de uma integração entre os objetivos sociais e acadêmicos que o estudante traz para a sala de aula, as propriedades motivacionais desses objetivos, e as estruturas prevaletentes de recompensa da sala de aula. Esses autores observam que motivos podem ser entendidos como forças, no sentido de estado interno, necessidade ou condição que impele os indivíduos em determinada direção. Motivos também podem ser entendidos como objetivos que seduzem indivíduos em direção à ação. Apesar dessa diferença de concepção, as distinções são arbitrárias, podendo tanto ser vistas como satisfação de necessidade básica ou persecução de objetivos, inclusive de forma complementar.

Atualmente, muitos trabalhos sobre motivação se baseiam nas concepções de motivação intrínseca e extrínseca. Nessa concepção, a motivação intrínseca é resultado das necessidades psicológicas (autonomia, competência e pertencimento) e interesses individuais. Nesse caso, há um impulso interno na direção de satisfazer as necessidades psicológicas e pessoais, de maneira que as atividades serão realizadas com motivação pessoal.

O impulso interno em realizar atividades com motivação intrínseca ocorre pelo próprio prazer que a atividade proporciona. Não há interesse em aspectos externos ao indivíduo, como pressões ou retribuição. É importante destacar que as pessoas estão intrinsecamente motivadas para algumas atividades, mas não para outras. Além disso, nem todas as pessoas estão intrinsecamente motivadas para as mesmas atividades (RYAN; DECI, 2000).

Na motivação extrínseca os indivíduos se sentem motivados a realizar atividades como resultado de algum elemento externo, como evitar consequências desagradáveis ou obter consequências atraentes. A partir desses elementos externos, as pessoas podem adotar comportamentos na direção de alcançar os resultados de interesse. Nesse

sentido, a fonte que direciona o comportamento é diferente para as motivações intrínseca e extrínseca (REEVE, 2006, BZUNECK; GUIMARÃES, 2007).

Como resultado da elaboração dessas concepções, é possível descrever variados graus de internalização entre os extremos de motivação intrínseca e extrínseca em função de diferentes tipos de regulação, conforme descrito da Teoria da Autodeterminação (TAD) (RYAN; DECI, 2000). No Quadro 1 apresentamos uma síntese das concepções da TAD.

Quadro 1: Motivação e internalização na Teoria da Auto-Determinação (TAD)

Motivação	Regulação	Força Motivacional	Internalização
Intrínseca	Ausente	Interesse, prazer, curiosidade	-
Extrínseca	Integrada	Harmonia e coerência com outros valores e compromissos	Mais completa
	Identificada	Significado pessoal, valor, relevância	Completa
	Introjetada	Culpa, vergonha, ego	Parcial
	Externa	Ordens, recompensas, punições	Ausência

Fonte: Vanteenkiste et al. (2018).

Com base no Quadro 1, na motivação intrínseca não há possibilidade de internalização pelo fato de já se tratar de uma motivação interna. Nos diversos tipos de motivação extrínseca (Integrada, Identificada, Introjetada e Externa) existe uma variação da internalização da motivação, do maior para o menor grau, em função do tipo de regulação observado. Com isso, na regulação integrada a origem da motivação é externa, mas se encontra altamente internalizada no indivíduo. Em contrapartida, na regulação externa há ausência completa de internalização da motivação. Com isso, é possível considerar tanto aspectos individuais, resultantes dos estudos advindos do cognitivismo, quanto aspectos socioculturais e coletivos.

Deci e Ryan (1985) descrevem a importância da concepção de internalização na TAD. Para esses autores

“(o) termo internalização se refere ao processo pelo qual um indivíduo adquire uma atitude, crença ou regulação comportamental e progressivamente os transforma em um valor pessoal, objetivo ou organização” (DECI; RYAN, 1985, p. 130, tradução nossa).

Eles observam que a concepção de internalização tem sido utilizada em diversas áreas desde o final da década de 1950 com o mesmo significado de mudança de algo externo para interno em termos psicológicos.

Na próxima seção apresentamos uma proposta de síntese que possibilita a construção de relações entre a Teoria da Ação Mediada (TAM) e a Teoria da Autodeterminação (TAD), duas teorias que foram destacadas ao longo deste artigo e que se apresentam em seus elementos a concepção de internalização.

Uma síntese de internalização de motivação e ferramentas culturais

Considerando os elementos elencados nas seções anteriores, observamos que o cognitivismo trouxe consideráveis contribuições nos estudos sobre motivação. Também pontuamos que a concepção de internalização é resultado de uma visão sociocultural de desenvolvimento humano, e que muitos trabalhos apontam a possibilidade de delimitar as contribuições cognitivistas e socioculturais sobre motivação.

Em especial, destacamos a Teoria da Ação Mediada (TAM) como teoria com fundamentação sociocultural que detalha aspectos de internalização de ferramentas culturais disponibilizadas para indivíduos como parte de uma coletividade. Descrevemos as duas possibilidades qualitativamente distintas de internalização na TAM, que são o domínio e a apropriação de ferramentas culturais. Assim, pode-se apenas fazer uso habilidoso dessas ferramentas, o que foi descrito como domínio, mas também se pode fazer um uso com as próprias intenções e com sensação de conflito, o que foi descrito como apropriação.

Queremos aqui destacar um tipo específico de ferramentas culturais a serem internalizadas, que é a internalização de conteúdos escolares em espaços formais de ensino e aprendizagem. Quando Wertsch (1999) fala de domínio e apropriação de ferramentas culturais, ele fala do ponto de

vista de ferramentas que já estão em uso por indivíduos. Não está necessariamente preocupado com o espaço escolar. A internalização e aprendizagem em outros espaços e de outros conteúdos é igualmente importante no desenvolvimento humano, no entanto queremos nos focalizar nos aspectos escolares neste artigo.

Nesse sentido, destacamos também o momento em que indivíduos entram em contato com os conteúdos escolares (ferramentas culturais) pela primeira vez, em função do planejamento escolar e docente. Estamos chamando esse momento de “apresentação” da ferramenta cultural, para além das possibilidades de domínio e apropriação, já descritas por Wertsch.

A apresentação de uma ferramenta cultural escolar possui elementos distintos das formas de domínio e apropriação, uma vez que ocorre em um momento típico do fazer escolar. Dificilmente um indivíduo entrará em contato com ferramentas culturais em seu cotidiano, a não ser em um espaço escolar, de forma tão planejada por uma instituição e por meio de um profissional especializado nesses conhecimentos, e com intencionalidades didáticas. Nesse sentido, o momento escolar de apresentação de uma ferramenta cultural é socialmente artificial, no sentido de planejado e com intencionalidades didáticas, considerando que em geral, as pessoas entram em contato com as outras ferramentas culturais que os cercam de maneira muito mais acidental do que intencional.

Nesse sentido, estudantes podem se apropriar das ferramentas culturais apresentadas no espaço escolar, especialmente os conteúdos, mas também os valores ali praticados. Podem também apenas ter domínio sobre as ferramentas culturais trabalhadas nas atividades escolares. Mas também podem ser apresentados a ferramentas culturais, sem ter domínio ou se apropriar delas. Dessa forma, conteúdos que não foram devidamente trabalhados no espaço escolar podem permanecer apenas no nível de apresentação de uma ferramenta cultural ou conteúdo escolar. Para além

do planejamento docente, a motivação também é um elemento chave nessas relações.

Quando apenas apresentado a uma ferramenta cultural, estudantes têm vaga ideia do que se trata, conhecem apenas palavras relacionadas ao conteúdo. No entanto, não apresentam domínio mínimo das concepções relacionadas ao tema, relacionando o conteúdo principalmente às concepções cotidianas.

Ao apresentarmos as possíveis sínteses de construtos teóricos sobre motivação, destacamos a TAD como possibilidade unificadora que possibilita a visão interna/individual/cognitiva e externa/social/sociocultural e, além disso, inclui a concepção de internalização do que outrora foi externo. Essa teoria possibilita ver a motivação com variados graus de regulação de forma articulada com a motivação interna e externa.

Considerando que ambas as teorias (TAM e TAD) incluem diferentes graus de internalização, alguns mais internos e outros mais externos, sugerimos neste artigo a possibilidade de aproximar as duas teorias. De um lado, a TAD descreve de forma articulada a motivação interna e a possibilidade de internalização de motivações com origem externa. Por outro lado, a TAM descreve duas possibilidades de internalização de ferramentas culturais por parte de indivíduos. Além disso, descrevemos uma terceira possibilidade que antecede a internalização, que seria a apresentação da ferramenta cultural.

Nesse sentido, é possível aproximar as duas teorias considerando os graus mais baixos e mais altos de internalização. A partir dessas teorias e do Quadro 1, propomos uma possibilidade de aproximação entre as duas teorias, sintetizada na ilustração do Quadro 2.

Motivação	Regulação	Força Motivacional	Internalização	Fer. Culturais
Intrínseca	Ausente	Interesse, prazer, curiosidade	-	Apropriação
Extrínseca	Integrada	Harmonia e coerência com outros valores e compromissos	Mais completa	Domínio
	Identificada	Significado pessoal, valor, relevância	Completa	
	Introjetada	Culpa, vergonha, ego	Parcial	Apresentação
	Externa	Ordens, recompensas, punições	Ausência	

Fonte: Vanteenkiste et al. (2018) e os autores (2020).

Para elaborar o Quadro 2, partimos das contribuições de Vanteenkiste et al. (2018) sobre a TAD e acrescentamos a última coluna como possibilidade de compreender como estudantes internalizam as ferramentas culturais que lhe são apresentadas em ambiente escolar. A última coluna apresenta os dois graus de internalização propostos por Wertsch (1999) e também a opção de “apresentação” da ferramenta cultural, em que não haveria internalização nem da ferramenta cultural nem de motivação.

Não apresentamos divisão clara nas linhas da última coluna em função da compreensão de que as noções de domínio e apropriação são complementares e apresentam relações entre si. Também não temos intenção de apresentar relação unívoca entre os tipos de motivação e internalização de ferramentas culturais, mas sim possíveis proximidades em função do grau de profundidade.

Também não estamos garantindo os tipos de internalização de ferramentas culturais por parte de estudantes, mas sim tecendo possíveis relações entre suas motivações, intrínseca ou extrínsecas, inatas ou internalizadas, e como possivelmente irão lidar com as ferramentas culturais que lhe serão apresentadas em sala de aula. Nesse sentido, é possível compreender que quanto maior o grau de motivação, seja intrínseca ou internalizada, maior será a possibilidade de interação de qualidade com as ferramentas culturais e, portanto, aumentará a probabilidade de internalização da ferramenta cultural em maior grau.

A tabela 2 indica que na ausência de qualquer internalização de motivação, ou seja, no caso de estudantes serem movidos apenas por motivações extrínsecas com regulação externa, é provável que as ferramentas culturais com que entraram em contato no ambiente escolar

permaneçam no nível da apresentação, em que os estudantes tenham alguma ideia acerca do tema, mas não conheçam de forma significativa as concepções trabalhadas, a despeito das atividades desenvolvidas em aula.

Por outro lado, no caso de motivação intrínseca ou motivação extrínseca altamente internalizada, no caso a regulação integrada, há a possibilidade de apropriação do conhecimento escolar apresentado. Mas também há possibilidades de relação entre diferentes graus de domínio (alto ou baixo graus de domínio) com as diferentes internalizações de motivação, o que fará com que indivíduos lidem com as atividades de sala de aula com intensidades e profundidades intelectuais distintas.

Nesse sentido, entendendo que nem todos os indivíduos estão intrinsecamente motivados para tudo o que os cerca, é urgente pensarmos em formas de trabalhar junto a estudantes e docentes com vistas a desenvolver motivações com regulação identificada e integrada, com internalização completas, que são formas em acordo com as concepções desenvolvidas nas áreas de Ensino e Educação nas últimas décadas. Isso possivelmente trará como consequência a internalização das ferramentas culturais dos conteúdos escolares.

Da mesma forma, é necessário pensar em como evitar que internalizações parciais ou ausentes de motivação e de ferramentas culturais (regulação externa e introjetada) ocorram nos espaços escolares, de maneira que forças motivacionais em total desacordo com valores educacionais democráticos possam ser superados por completo.

As possíveis relações entre internalização de motivação e de ferramentas culturais destaca uma potencial complementaridade entre essas duas concepções, o que pode auxiliar na compreensão de processos de elaboração de significados. De fato, são necessários mais estudos teóricos e empíricos para descrever as potenciais relações entre a internalização da motivação e das ferramentas culturais. Esperamos que os apontamentos destacados neste artigo possam auxiliar futuras pesquisas sobre o tema, bem como lançar luz sobre as relações entre aprendizagem e motivação. Também entendemos que é necessário

delimitar uma ilustração epistemológica interessante que possibilite explorar tanto os aspectos semióticos (ferramentas culturais) quanto os imateriais (motivação) nos processos de elaboração de significados, o que também abre espaço para futuras investigações empíricas e teóricas.

Considerações finais

As concepções de motivação são importantes para entender os processos de ensino e aprendizagem em sala de aula. Apesar da multiplicidade de concepções presentes nesses estudos, as contribuições cognitivistas e socioculturais sobre o tema possibilitam destacar vários aspectos importantes. Em especial, colocamos em relevo a concepção de possibilidade de internalização da motivação.

A concepção de internalização é resultado das concepções socioculturais. Nessa concepção, é possível conceber a internalização da própria motivação. A concepção cognitivista também contribui de forma relevante com estudos da motivação com sua ênfase na motivação intrínseca. Nesse sentido, a TAD possibilita compreender e organizar, com o auxílio de elementos de regulação, as possíveis motivações extrínsecas e a motivação intrínseca.

Além disso, a abordagem sociocultural também possibilitou o desenvolvimento da TAM, que possibilita a compreensão de como as ferramentas culturais são internalizadas. Uma aproximação entre a TAD e a TAM (Quadro 2) é apresentada como possibilidade de compreensão sobre o papel da internalização nessas duas teorias, e uma possível compreensão sobre seus resultados em processos de ensino e aprendizagem.

Nesse sentido, destacamos a necessidade de se trabalhar a motivação em sala de aula em sentido amplo, de forma que a motivação de docentes e estudantes possa ser melhorada, por desenvolvimento de motivação intrínseca ou por internalização de motivações originalmente extrínsecas.

Referências

- AKCAY, Hacan; YAGER, Robert E. The impact of a Science/Technology/Society teaching approach on student learning in five domains. **J. Sci. Educ. Technol.**, v. 19, p. 602-611, 2010.
- BAKHTIN, Mikhail. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**. São Paulo: Hucitec, 11ª ed., 2004.
- BANDURA, Albert. **Social foundations of thought and action: a social cognitive theory**. Englewood Cliffs, p. 23-28, 1986.
- BEGO, Amadeu Moura; FERRARI, Tarso Bortolucci. Por que escolhi fazer um curso de licenciatura? Perfil e motivação dos ingressantes da UNESP. **Química Nova**, v. 41, n. 4, p. 457-467, 2018.
- BORUCHOVITCH, Evely. A motivação para aprender de estudantes em cursos de formação de professores. **Educação** (Porto Alegre), v. 31, n. 1, p. 30-38, 2008.
- BZUNECK, J. A.; GUIMARÃES, S. E. R. Estilos de Professores na Promoção Intrínseca: Reformulação e Validação de Instrumento. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 23, n. 4, p. 415-422, 2007.
- CARVALHO, Wilson; STANZANI, Enio de Lorena; PASSOS, Marinez Meneguello. A motivação no Ensino de Ciências: análise de dez anos de trabalhos apresentados no ENPEC. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 2, n. 3, p. 97-114, 2017.
- CLEMENT, Luiz; CUSTÓDIO, José Francisco; RUFINI, Sueli Édi, ALVES FILHO, José de Pinho. Motivação autônoma de estudantes de física: evidências de validade de uma escala. **Revista Quadrimestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, v. 18, n. 1, p. 45-56, 2014.
- CONRADI, Kristin; JANG, Bong Gee; MCKENNA, Michael C. Motivation terminology in reading research: A conceptual review. **Educational Psychology Review**, v. 26, n. 1, p. 127-164, 2014.
- COVINGTON, Martin V. Goal theory, motivation, and school achievement: An integrative review. **Annual Review of Psychology**, v. 51, n. 1, p. 171-200, 2000.

DAVIS, Marcia H.; TONKS, Stephen M.; HOCK, Michael; WANG, Wenhao; RODRIGUEZ, Aldo. A review of reading motivation scales. **Reading Psychology**, v. 39, n. 2, p. 121-187, 2018.

DECI, Edward L.; RYAN, Richard M. **Intrinsic motivation and self-determination in human behavior**. New York: Springer, 1985.

DEMBO, Myron H.; EATON, Martin J. School learning and motivation. In: **Handbook of academic learning**. Academic Press, 1997. p. 65-103.

FIGUEIREDO, M.; ESTEVES, L.; NEVES, J.; VICENTE, H. A data mining approach to study the impact of the methodology followed in chemistry lab classes on the weight attributed by the students to the lab work on learning and motivation. **Chem. Educ. Res. Pract.**, v. 17, p. 156-171, 2016.

FREDRICKS, Jennifer; BLUMENFELD, Phyllis C.; PARIS, Alison H. School engagement: potential of the concept, state of the evidence. **Review of Educational Research**, v. 74, n. 1, p. 59-109, 2004.

GOYA, Alcides; BZUNECK, José Aloyseo; GUIMARÃES, Sueli Édi Rufini. Crenças de eficácia de professores e motivação de adolescentes para aprender física. **Revista Semestral da associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional (ABRAPEE)**, v. 12, n. 2, p. 51-67, 2008.

HAMM, Jeremy M.; PERRY, Raymond P.; CHPPERFIELD, Judith G.; HLADKYJ, Steve; PARKER, Patti c.; WEINER, Bernard. Reframing Achievement Setbacks: A Motivation Intervention to Improve 8-Year Graduation Rates for Students in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Fields. **Psychological Science**, v. 31, n. 3, p. 623-633, 2020.

HICKEY, Daniel T. Motivation and contemporary socio-constructivist instructional perspectives. **Educational Psychologist**, v. 32, n. 3, p. 175-193, 1997.

HIDI, Suzanne; HARACKIEWICZ, Judith M. Motivating the academically unmotivated: A critical issue for the 21st century. **Review of Educational Research**, v. 70, n. 2, p. 151-179, 2000.

LAZOWSKI, Rory A.; HULLEMAN, Chris S. Motivation interventions in education: A meta-analytic review. **Review of Educational Research**, v. 86, n. 2, p. 602-640, 2016.

- LEONTIEV, Alexei N. **Actividad, consciencia y personalidad**. Buenos Aires, 1978.
- LIMA, Guilherme da Silva; GIORDAN, Marcelo. Propósitos da divulgação científica no planejamento de ensino. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.** (Belo Horizonte), Belo Horizonte, v. 19, e2932, 2017.
- LOURENÇO, Abílio Afonso; PAIVA, Maria Olímpia Almeida. A motivação escolar e o processo de aprendizagem. **Ciência & Cognição**, v. 15, n. 2, p. 132-141, 2010.
- MEECE, Judith L.; GLIENKE, Beverly Bower; BURG, Samantha. Gender and motivation. **Journal of School Psychology**, v. 44, n. 5, p. 351-373, 2006.
- MURPHY, Steve; MACDONALD, Amy; WANG, Cen Audrey; DANAIA, Lena. Towards an understanding of STEM engagement: A review of the literature on motivation and academic emotions. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 19, n. 3, p. 304-320, 2019.
- OLIVEIRA, Ricardo Castro; GOIS, Jackson. Motivação dos licenciandos em Química no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. **Ensino & Pesquisa**, 2020.
- REEVE, J. **Motivação e Emoção**. Rio de Janeiro: LTC, 2006.
- RIGBY, C. Scott; RYAN, Richard M. Self-Determination Theory in Human Resource Development: New Directions and Practical Considerations. **Advances in Developing Human Resources**, v. 20, n. 2, p. 133-147, 2018.
- RYAN, Richard M.; DECI, Edward L. Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. **Contemporary Educational Psychology**, v. 25, p. 54-67, 2000.
- RYLE, Gilbert. **The concept of mind**. London: Hutchinson, 1949.
- RUFINI, Sueli Edi; BZUNECK, José Aloyseo; OLIVEIRA, Katya Luciane. Estudo de validação de uma medida de avaliação da motivação de alunos do ensino fundamental. **Psico-USF**, v. 16, n. 1, p. 1-9, 2011.

SÁ, Carmen Silvia da S.; SANTOS, Wildson Luiz P. Motivação para a carreira docente e construção de identidades: O papel dos pesquisadores em ensino de química. **Química Nova**, v. 39, n. 1, p. 104-111, 2016.

SEVERO, Ivan Rodrigues Maranhão; KASSEBOEHMER, Cláudia. Motivação dos alunos: reflexões sobre o perfil motivacional e a percepção dos professores. **Química Nova na Escola**, v. 39, n. 1, p. 75-82, 2017.

SIVAN, Eva. Motivation in social constructivist theory. **Educational psychologist**, v. 21, n. 3, p. 209-233, 1986.

SHIN, Dajung Diane; LEE, Minhye; HA, Jung Eun; PARK, Jin Hyun; AHN, Hyun Seon; SON, Elena; CHUNG, Yoonkyung; BONG, Mimi. Science for all: Boosting the science motivation of elementary school students with utility value intervention. **Learning and Instruction**, v. 60, p. 104-116, 2019.

SOUZA, Rosa Andrea Lopes de; PRESTES, Maria Elice Brzezinski. Motivação e emoção no ensino de biologia: análise de sequência didática sobre a viagem de Wallace ao Brasil. **Filosofia e História da Biologia**, v. 10, n. 2, p. 233-256, 2015.

SRISAWASDI, Niwat; PANJABUREE, Patcharin. Implementation of Game-transformed Inquiry-based Learning to Promote the Understanding of and Motivation to Learn Chemistry. **Journal of Science Education and Technology**, v. 28, p. 152-164, 2019.

TURNER, Julianne C.; PATRICK, Helen. How does motivation develop and why does it change? Reframing motivation research. **Educational Psychologist**, v. 43, n. 3, p. 119-131, 2008.

VANSTEENKISTE, Maarten; AELTERMAN, Nathalie; DE MUYNCK, Gert-Jan; HAERENS, Erika Patall; REEVE, Johnmarshall. Fostering personal meaning and self-relevance: A self-determination theory perspective on internalization. **The Journal of Experimental Education**, v. 86, n. 1, p. 30-49, 2018.

VIGOTSKI, Lev Semenovitch. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1ª ed., 2001.

VOGELZANG, Johannes; ADMIRAAL, Wilfried; van DRIEL, Jan H. Scrum Methodology as an Effective Scaffold to Promote Students' Learning and Motivation in Context-based

Secondary Chemistry Education. **EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education**, v. 15, n.12, p. 2-13, 2019.

WERTSCH, J. V. **La mente en acción**. Argentina: Aique Grupo, 1999.

WITTGENSTEIN, Ludwig. **Investigações Filosóficas**. São Paulo: Vozes, 5^a ed., 2008.

Capítulo 9

Currículo Integrado na Formação Inicial de Professores de Química: Possibilidades para um Diálogo Interdisciplinar

*Luciana Rage Xavier*¹

*Sidilene Aquino de Farias*²

Introdução

A compreensão de fenômenos complexos do nosso dia a dia necessita da articulação entre diferentes áreas do conhecimento, pois as disciplinas isoladas não fornecem explicações que possibilitam a compreensão dos fatos que são estudados (BRAIBANTE et al., 2013). Geralmente, nas instituições da Educação Básica, as disciplinas escolares são ensinadas, na maioria das vezes, de forma isolada, sem relação alguma com a realidade e independente umas das outras, sendo assim, exclusivamente disciplinar. Nesse contexto, os alunos não são estimulados a perceberem as relações existentes entre os conteúdos e as questões reais do seu dia a dia (FERREIRA; HAMMES; AMARAL, 2017).

Diante desse quadro, a formação inicial de professores configura como um dos espaços importantes para repensar e buscar promover as mudanças desejadas na Educação Básica, tendo em vista a superação da fragmentação do conhecimento numa perspectiva holística de

¹ Mestre em Ensino de Ciências e Matemática (Universidade Federal do Amazonas). Integra o Grupo de Pesquisa Núcleo Amazonense de Educação Química. lucianarage@gmail.com

² Doutora em Ciências (Universidade Federal de São Carlos). Docente da Universidade Federal do Amazonas. Coordena o Grupo de Pesquisa Núcleo Amazonense em Educação Química. sfarias@ufam.edu.br

aproximação e integração dos saberes escolares, científicos e cotidianos para uma formação de qualidade. Para tanto, é importante que a formação inicial de professores considere princípios como a transversalidade, interdisciplinaridade, e a contextualização, entre outros que constituem recomendações na legislação educacional nacional (MELO, 2000).

Este estudo tem por objetivo identificar e analisar elementos que apontem indícios de integração de saberes no currículo de formação inicial de professores de Química, em uma Instituição de Educação Superior (IES) situada na região Norte do Brasil. Destaca-se que, o ensino de Química de forma contextualizada por meio da Interdisciplinaridade, possibilita a superação da dicotomia entre teoria e prática, desenvolvimento de conceitos e aplicações, permitindo relacionar a Química com as demais áreas de conhecimento, na compreensão de fenômenos do dia a dia (MACHADO; GIROTTI JÚNIOR, 2019).

Interdisciplinaridade e Formação Inicial de Professores de Química

A proposta interdisciplinar surgiu no século XX, em resposta a um movimento histórico de especialização e fragmentação na produção dos saberes. Dessa maneira, a *Interdisciplinaridade* consiste numa *Perspectiva Integradora de Saberes* que visa superar a visão fragmentada de produção do conhecimento, como também de articular e produzir coerência entre os múltiplos fragmentos que estão postos no acervo de conhecimento da humanidade. A essência da Interdisciplinaridade pode ser compreendida como sendo uma voz oriunda da própria natureza das ciências, uma vez que a *Integração dos Saberes* é uma exigência natural e interna das ciências, tendo em vista a melhor compreensão da realidade (FAZENDA, 2003).

É importante diferenciar Interdisciplinaridade e Pluridisciplinaridade. Assim, ressaltamos que uma abordagem pluridisciplinar pode ser o desenvolvimento de temas, onde as disciplinas continuam a ser abordadas separadamente das outras, de maneira

justapostas e, são juntas em alguns momentos, no estudo de temas. Nesse sentido, não existe de fato uma integração dos saberes (ROGIERS; DE KETELE, 2004).

Sob a ótica interdisciplinar, mobiliza-se saberes provenientes de várias disciplinas para resolver um problema complexo. Segundo Rogiers e De Ketele (2004), as disciplinas precisam ser articuladas para a integração dos saberes em uma determinada situação, uma vez que as aprendizagens não podem ser entendidas separadamente, mas devem ser articuladas umas às outras em torno de problemas a serem resolvidos. Vale ressaltar que, em situações complexas, os conteúdos necessitam não apenas de uma abordagem aprofundada, mas também de uma mobilização conjunta dos conteúdos disciplinares. Além desses dois aspectos, destaca-se um terceiro que é o confinamento dos professores em uma única disciplina. Isso dificulta o desenvolvimento de práticas interdisciplinares, que provavelmente se deve mais ao fato de os professores não verem como inseri-las no contexto escolar atual.

Segundo Ohira (2006), uma formação inicial que percebe a importância da interdisciplinaridade, proporcionará aos licenciandos, uma formação teórico-metodológica da interdisciplinaridade, que a perceba como um referencial na busca de soluções de problemas complexos e reais. Assim, depois de reconhecer a necessidade e contribuições de atividades interdisciplinares, em seguida deve-se oportunizar momentos para que os alunos reflitam sobre suas ideias e que possam relacionar teoria e prática.

Nesse sentido, entende-se que os cursos de licenciatura são campos estratégicos que podem possibilitar a construção de saberes interdisciplinares na Formação de Professores. Isso possibilita ao futuro professor confrontar-se com diferentes especialidades que não correspondem a sua, podendo possibilitar mudanças na sua relação com os conhecimentos científicos. E ainda, favorecendo a troca e construção de conhecimentos com demais especialistas, e assim, promover uma concepção mais totalizadora das ciências (PIERSON; NEVES, 2001).

Portanto, é imprescindível que a formação inicial de professores contemple no seu percurso formativo um espaço de abordagem crítica e reflexiva com a finalidade de promover ações imbuídas de atitudes interdisciplinares, que possibilite um diálogo com diferentes áreas de conhecimentos (FERREIRA; HAMMES; AMARAL, 2017).

A essencialidade da formação inicial de professores consiste em mobilizar um conjunto de conceitos que precisamente definem o profissional que será formado. Tais conceitos delimitam um conjunto de qualidades, conhecimentos, habilidades e outros aspectos que são necessários para a futura atuação do professor (OHIRA, 2006). O conjunto formado por conhecimentos, atitudes, ações e posturas necessárias para a atuação futura do professor é entendida por Altet (2001) como sendo *Competências Profissionais*. Tais competências são de ordem cognitiva, afetiva, prática, técnicas, didáticas e de ordem relacional, pedagógica e social.

Segundo Perrenoud (2000, p. 13) a competência designa “[...] uma capacidade de mobilizar diversos recursos cognitivos para enfrentar um tipo de situações”. Para Roegiers e De Ketele (2004), a característica principal de uma competência é mobilização de capacidades e conteúdos diversos. Os autores mencionam que a competência consiste em conceito integrador, visto que considera, ao mesmo tempo, conteúdos, atividades e situações onde estas atividades serão desenvolvidas. Assim, define-se competência como um conjunto integrado de capacidades, que possibilitam apreender uma situação e responder a ela, mais ou menos pertinentemente.

Perspectiva Integradora e o Currículo de Formação de Professores de Química

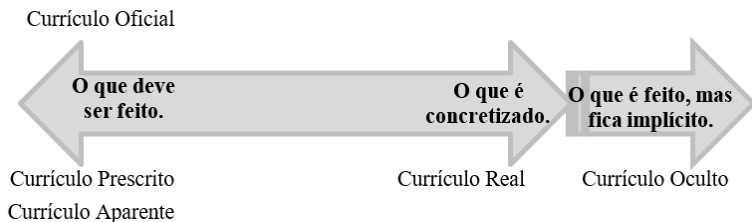
A *Integração* é um conceito muito amplo, pode ser disciplinar, interdisciplinar entre outros. Pode ser aplicada em diferentes objetos: aquisições, modalidades da formação, métodos pedagógicos, disciplinas,

aprendizagens etc. Todos esses objetos são componentes do currículo, que traduzem as intenções pedagógicas da ação educacional ou formativa, seja o currículo oficial ou outras formas de currículo que refletem o que ele efetivamente é (ROGIERS; DE KETELE, 2004). Outra forma de conceber a integração consiste em quando uma dada disciplina incorpora objetivos de formas de conhecimento diversas, de maneira articulada, visando a desenvolver inter-relações entre os objetivos (LOPES; MACEDO, 2011).

Lopes e Macedo (2011) mencionam que a ideia de integração relacionada ao currículo, ao longo da história, apresenta inúmeras propostas de currículo integrado: currículo global, metodologia de projetos, currículo interdisciplinar, currículo transversal. As autoras destacam que independente da maneira como o currículo é organizado, a integração dos conteúdos curriculares tem sido uma discussão importante, mesmo para aqueles que defendem um currículo centrado em disciplinas.

O currículo consiste em um conjunto complexo que precisa a estruturação pedagógica do sistema educacional, onde estão presentes uma diversidade de objetos do processo de ensino e aprendizagem: conteúdos, objetivos, capacidades, competências e valores. Também está presente no currículo a articulação que existe entre os conteúdos, os métodos pedagógicos e as modalidades de avaliação das aquisições dos aprendizes. Formas informais do currículo traduzem as distâncias entre o nível prescrito e a realidade (Figura 1).

Figura 1. Terminologia utilizada para designar diferentes níveis de explicitação de um currículo.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

O *currículo aparente* é o currículo explícito que pode ser verificado nos textos oficiais. O *currículo oficial*, o programa oficial também é denominado de *currículo prescrito* e o opõe-se ao *currículo real*, que é a sua aplicação concreta em uma aula por um professor. Também é possível identificar o “*currículo oculto*”, que representa o que se faz efetivamente, mas está evidente, sendo formado por tudo o que se veicula como valores implícitos, por meio de coisas tão diferentes quanto a organização em hierarquias, os critérios de admissão, a política de recrutamento dos professores, a concepção das aprendizagens, o estatuto dado ao erro, etc.

Considerando aspectos epistemológicos, sociais e políticos da ação, um currículo pode se basear em um modelo disciplinar ou interdisciplinar. Para Rogiers e De Ketele (2004, p. 70) o currículo em relação ao conteúdo pode “[...] estar centrado nos saberes, nas capacidades ou, ainda, nas competências. Pode manter uma relação mais ou menos forte com o terreno profissional, levar mais ou menos em conta os saberes profissionais, estar mais ou menos integrado”.

Ressalta-se que as propostas de currículo integrado, geralmente, são tentativas de superar as disciplinas. Dessa maneira, as diferentes propostas de integração curricular são agrupadas em três modalidades, considerando os princípios como base da integração: (1) *integração pelas competências e habilidades como base da integração*; (2) *integração de conceitos das disciplinas mantendo a lógica dos saberes disciplinares de referência*; (3) *integração via interesse dos alunos e buscando referência nas demandas sociais*. (LOPES; MACEDO, 2011). Na perspectiva de integração com base nas disciplinas, ao defender a interdisciplinaridade, pressupõe-se formas de inter-relacionar as disciplinas a partir de problemas comuns situados nas disciplinas de referência.

A perspectiva de integração e interação de saberes entre diferentes áreas do conhecimento, está presente na Legislação Educacional. As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial em Nível Superior, no art. 5º apontam que, a formação de professores deve conduzir o (a) egresso (a):

I- à integração e a interdisciplinaridade curricular dando significado e relevância aos conhecimentos e vivência da realidade social e cultural, consoantes às exigências da educação básica e da educação superior para o exercício da cidadania e qualificação para o trabalho (BRASIL, 2015, p. 6).

O documento enfatiza compromissos que devem ser assumidos pelos cursos de licenciatura, destacando no seu artigo 7º que os egressos dos cursos de licenciatura deverão possuir informações e habilidades construídas por meio de conhecimentos teóricos e práticos baseados em princípios da interdisciplinaridade e contextualização (BRASIL, 2015).

Atualmente, em 2019, foi homologada a Resolução CNE/CP N º 2/2019, que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Nesse documento, observa-se determinações para integração de conhecimentos, experiências, dentre outros objetos de aprendizagem. O artigo 7º determina a organização curricular dos cursos de formação inicial de professores, enfatizando que devem estar em consonância com as aprendizagens prescritas para a Educação Básica, destacando diversos princípios norteadores, dentre estes, no inciso VII ressalta-se: “integração entre a teoria e a prática, tanto no que se refere aos conhecimentos pedagógicos e didáticos, quanto aos conhecimentos específicos da área do conhecimento ou do componente curricular a ser ministrado” (BRASIL, 2019, p. 3).

Considerando a formação inicial de Professores de Química, as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química - Parecer Nº CNE/CES 1.303/2001 - apontam o mesmo entendimento da legislação mais geral sobre a formação de professores, visto que destacam a importância de uma formação básica interdisciplinar (BRASIL, 2001).

Aspectos Metodológicos

Dada a perspectiva de investigar indícios da integração de saberes no currículo de formação inicial de professores de Química, tomou-se como foco deste estudo o curso de Licenciatura em Química (LQ) da Universidade Federal do Amazonas. Para tanto, foi realizada a Análise Documental dos Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPCs) de Licenciatura em Química (versão 2005 e versão 2016), visto que no momento de desenvolvimento deste estudo o curso estava passando por uma transição curricular.

Destaca-se que a análise de documentos propõe a produção e reelaboração de conhecimentos, criando assim, formas de compreensão dos fenômenos, cabendo ao pesquisador interpretá-los, sintetizar as informações, definir tendências e quando possível fazer inferências (SÁ-SILVA; ALMEIDA; GUINDANI, 2009). Para Ludke e André (2017, p. 47) o objetivo da Análise Documental é de “[...] fazer inferências sobre os valores, os sentimentos, as intenções e a ideologia das fontes ou dos autores dos documentos”.

A partir desse entendimento, para o levantamento dos dados fez-se a leitura dos PPCs, visando identificar evidências textuais relacionadas a interdisciplinaridade, a partir da análise das seguintes seções dos documentos: caracterização do curso, objetivos, perfil do profissional a ser formado, competências e habilidades, organização curricular, ementas, formato dos estágios, atividades complementares aos conteúdos e práticas curriculares e ementas das disciplinas.

Na análise dos dados, buscou-se o entendimento aprofundado e a reconstrução de conhecimentos que estão presentes na realidade investigada, a partir dos PPCs. Para tanto, adotou-se como base metodológica de análise a técnica Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2007), que configura como uma metodologia de análise de informações e dados de natureza qualitativa e apresenta por finalidade a produção de novas compreensões dos discursos e fenômenos.

Nessa perspectiva, os resultados foram organizados em categorias que integram os seguintes temas: *Organização Curricular*; *Indícios de Interdisciplinaridade*; *Aproximações do Currículo Integrado*. Ressalta-se ainda que na apresentação dos dados, utiliza-se a seguinte codificação: Licenciatura em Química – versão curricular de 2005 (PPC1); Licenciatura em Química - versão curricular de 2016 (PPC2).

Resultados e discussão

Breve Caracterização do Curso

A Ufam possui um dos cursos de LQ mais antigos da região Norte do Brasil. O curso teve seu início em 1963 e seu reconhecimento 1972. Atualmente, passou por uma reforma curricular em 2016, com isso possui duas versões curriculares ativas: versão curricular 2005 (PPC1) e versão curricular 2016 (PPC2). O PPC1 está sob a égide de normativas homologadas no início dos anos 2000 e vigentes até o ano de 2015, enquanto o PPC2 atende, além de algumas normativas homologadas anteriormente e vigentes, normativas homologadas a partir 2015, como a Resolução CNE/CP N° 02/2015 (BRASIL, 2015). Cumpre esclarecer que, na versão curricular 2005 estão vinculados dois cursos que se diferenciam pelo horário de funcionamento, tempo de integralização da carga horária total e periodização das disciplinas.

No que tange a carga horária total dos cursos, o PPC1 informa que corresponde à 2.880 horas, porém ao verificar a matriz curricular no site da Pró-Reitoria de Ensino de Graduação (Proeg)³ consta 2.940 horas, ou seja, a versão curricular passou por uma modificação e a carga horária total foi atualizada. A partir do ano de 2016 teve início uma nova matriz curricular no curso de LQ, a carga horária total passou a ser de 3.215 horas, visando atender a Resolução CNE/CP N° 02/2015, que estabeleceu que a

³ Site: <https://ecampus.ufam.edu.br/ecampus/gradesCurriculares>

carga horária mínima para cursos de licenciatura corresponde à 3.200 horas (BRASIL, 2015).

Os cursos de LQ da Ufam são oferecidos na modalidade presencial, mas o PPC2 tem disciplinas que são ministradas na modalidade semipresencial. Os dois cursos de LQ, que fazem parte deste estudo, possuem um conjunto de disciplinas e atividades que configuram os currículos dos cursos. Essa organização curricular foi analisada visando elucidar as possíveis características interdisciplinares.

Organização Curricular

Conforme observado, o currículo prescrito dos cursos de LQ apresenta em sua organização as competências e habilidades para formação do professor de Química, como forma de atender a legislação pertinente, mas não se pode afirmar que sua estruturação seja de um currículo por competência, visto que sua estruturação está fortemente vinculada a aquisição de conhecimentos. A partir da análise da organização da matriz curricular dos cursos de LQ, analisando as ementas de cada disciplina – objetivos e conteúdos –, foram elaboradas cinco categorias de análise: *formação específica*; *formação pedagógica*; *formação articuladora*; *formação integradora*; e *formação autônoma e identitária* (Quadro 1).

Na categoria *Formação Específica* foram agrupadas disciplinas relacionadas às áreas de conhecimentos técnico-científicas, como Física, Matemática, Química, conforme destaca o Parecer CNE/CES 1.303/2001 (BRASIL, 2001), quanto aos conteúdos básicos considerados essenciais. Nessa perspectiva, as disciplinas relativas a cada área do conhecimento, muitas vezes, sem diálogo com outros campos do conhecimento, consistindo na disciplinaridade, conforme a acepção apresentada por Japiassu (1976), como um estudo científico especializado de um determinado conjunto de conhecimentos com características e métodos próprios, ou seja, a disciplina é sinônimo de ciência, indicando resultado do trabalho científico especializado.

Quadro 1. Análise da organização curricular dos cursos de LQ da Ufam.

Categorias	Descrição de unidades de análise	Carga horária (h)	
		PPC1	PPC2
<i>Formação Específica</i>	Disciplinas relacionadas à Química, Física e áreas afins, tanto teóricas como práticas.	1.410	1.440
<i>Formação Pedagógica</i>	Disciplinas como Didática Geral, Psicologia da Educação I, Língua Brasileira de Sinais, entre outras.	420	360
<i>Formação Articuladora</i>	Disciplinas como Informática aplicada a Química, Química Biológica.	180	150
<i>Formação Integradora</i>	Disciplinas que visam integrar conhecimentos químicos e psicopedagógicos, didáticos, entre outros, por meio de atividades que possibilitam refletir sobre a função social da escola, do professor, dos conteúdos químicos, entre outros aspectos: Instrumentação para o Ensino de Química, Temais Atuais para o Ensino de Química, entre outras disciplinas.	900	1.010
<i>Formação Autônoma e Identitária</i>	As disciplinas agrupadas foram classificadas em três subcategorias: profissionais da Química; Ensino de Química e Interfaces; e Química.	30	255

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Na categoria *Formação Pedagógica* foram agrupadas disciplinas consideradas como sendo puras das Ciências da Educação (KASSEBOEHMER; CORRÊA; FERREIRA, 2010). Nesse sentido, constituem a categoria disciplinas que atendem a dimensão pedagógica, conforme orientado no Parecer CNE/CP nº 197/2004 e na Resolução CNE/CP nº 2/2015 (BRASIL, 2004; BRASIL, 2015). Os saberes pedagógicos são os conhecimentos comuns a qualquer área de formação de professores (FERREIRA; KASSEBOEHMER, 2012). Destaca-se que, a disciplina Língua Brasileira de Sinais foi incluída nessa categoria de análise, visto que em sua ementa propõe-se preparar o licenciando para a inclusão e refletir sobre a Educação Inclusiva, sendo coerente com o Decreto N. 5.626/2005 (BRASIL, 2005).

Uma terceira categoria de análise proposta foi *Formação Articuladora*, onde foram agrupadas disciplinas que promovem aproximações entre áreas do conhecimento, ou seja, uma *interação* entre essas áreas. Conforme Fazenda (2011), entende-se que essa interação possa ser em nível teórico e metodológico, possibilitando abertura a novas dimensões do conhecimento, como surgimento de novas contribuições de

conhecimentos científicos. Portanto, consiste na justaposição de disciplinas mais ou menos próximas, dentro de um mesmo setor conhecimento, que configura com uma mera relação de troca de informações, sem consistir de fato em uma profunda modificação na base teórica, problemática e metodológica dessas ciências em sua individualidade e não implica em modificação e reestruturação dessas ciências.

A categoria de análise *Formação Integradora* foi constituída por componentes curriculares como a Prática como Componente Curricular, conforme o entendimento legal da Resolução nº 2/2015, do Parecer CNE/CP Nº 28/2001, Parecer CNE/CP Nº 15/2005 (BRASIL, 2001, 2005, 2015). Nessa perspectiva, ao analisar as ementas de disciplinas como: Prática Curricular, Instrumentação para o Ensino de Química, Metodologia da Pesquisa em Ensino de Química, entre outras; verificou-se uma proposta que possibilita a superação da dicotomia entre teoria e prática, visando a integração de diversos conhecimentos que possibilitam a construção de um conhecimento profissional vinculado a realidade escolar.

Ainda na categoria *Formação Integradora*, o Estágio Curricular e os Temas Atuais para o Ensino de Química buscam preparar o licenciando para o exercício da docência de forma interdisciplinar e contextualizada, preparando o licenciando para elaboração de materiais didáticos. De acordo com Fazenda (2011), o aspecto formal da interdisciplinaridade é a integração, ou seja, à organização das disciplinas dentro de um programa de estudo, essa integração tem em vista um conhecer global.

Nessa perspectiva, os conhecimentos organizados em disciplinas, como por exemplo, Prática Curricular II-A, que propõe estudar “[...] *relações existentes entre tendências de ensino de química, tipologia dos conteúdos e avaliação no processo de ensino e aprendizagem, considerando também, as relações destes aspectos com os objetivos educacionais e princípios formativos [...]*” (PPC2, p. 51), visam integrar áreas como Ciências da Educação e Didática das Ciências. Além disso, nessas

disciplinas é possível inferir que para atingir os objetivos propostos, são necessárias atividades para o licenciando que envolvam objetos e experiências diversificadas de aprendizagem, que extrapolem a simples participação em aulas expositivas, possibilitando desenvolver habilidades e competências profissionais, por meio da integração desses objetos de aprendizagem, experiências (ROGIERS; DE KETELE, 2004), ressignificando a atuação do professor como uma prática social em um contexto de incertezas e influenciado por aspectos econômicos, políticos, sociais e culturais.

Por fim, a quinta categoria de análise que foi denominada de *Formação Autônoma e Identitária*, pois consiste num conjunto de conhecimentos organizados em disciplinas que têm a finalidade de complementar a formação do futuro professor de Química. Os conhecimentos organizados nesta categoria conferem ao licenciando uma construção identitária, visto que as disciplinas, relacionadas aos *profissionais da Química* (PPC1 e PPC2), abordam conhecimentos sobre a atuação e a legislação que normatiza a atividade desses profissionais – bacharel e licenciado. Enquanto nas subcategorias de *Ensino de Química e Interfaces*; e *Química*, presentes somente no PPC2, o licenciando possui autonomia para selecionar disciplinas que se identifica, sejam do ensino de Química e/ou de conhecimentos específicos da Química e, que integralizem 225 horas em disciplinas eletivas. A *identidade* pode ser considerada um construto teórico importante da interdisciplinaridade, sendo construída passo a passo caracterizando um projeto individual de trabalho e de vida (GUIOTI, 2002).

Aproximações do Currículo Integrado

Além da análise dos conteúdos presentes nas ementas e objetivos das disciplinas, também foram analisados objetivos do curso, perfil do egresso, formato dos estágios, competências e habilidades. Com a análise desses aspectos, buscou-se verificar aproximações de um *Currículo Integrado*,

conforme as acepções de Santomé (1998), Marcelo (1999). Nesse sentido, foram propostas as seguintes categorias: *Concepção de interdisciplinaridade*; *Articulação de Conhecimentos*; *Integração de Conhecimentos* e *Perfil do Egresso* (Quadro 2).

Quadro 2. Categorias de análise e aproximações de um Currículo Integrado.

Categorias	Unidades de Significado
Concepção de interdisciplinaridade	<i>É importante mencionar que nessa perspectiva proporciona-se uma formação que possibilita a significação e ressignificação dos saberes por meio de princípios formativos como a contextualização e a interdisciplinaridade, imprescindíveis na formação de professor de Química (PPC2, p. 10).</i>
Articulação de Conhecimentos	<i>As práticas pedagógicas atuarão como eixos articuladores entre as disciplinas componentes do currículo (PPC1, p. 4). [...] Seria importante que tais atividades fossem articuladas junto às disciplinas do núcleo pedagógico e/ou núcleo conceitual técnico, proporcionando a integração entre ensino e extensão; (PPC2, p. 30).</i>
Integração de conhecimentos	<i>Nessa dimensão do currículo propõe-se a integração entre os vários conhecimentos, aliados ao desenvolvimento das competências e habilidades [...] (PPC2, p. 18-19).</i>
Perfil do Egresso	<i>Ter interesse no auto aperfeiçoamento contínuo, curiosidade e capacidade para estudos extracurriculares, individuais ou em grupo, espírito investigativo, criatividade e iniciativa na busca de soluções para questões individuais e coletivas relacionadas com o ensino de Química, bem como para acompanhar as rápidas mudanças tecnológicas oferecidas pela interdisciplinaridade, como forma de garantir a qualidade do ensino de Química (PPC1, p. 21) e (PPC2, p. 14).</i>

Fonte: Elaborado pelas autoras.

No que concerne à categoria de *Concepção de Interdisciplinaridade*, Fazenda (2011) menciona que se trata de um conceito extremamente polissêmico, não se tratando de um único significado, isso gera equívocos na sua compreensão e aplicação. Na análise dos PPCs, não encontramos nenhuma unidade de significado que nos desse sinalizações sobre qual a concepção de interdisciplinaridade adotada pelo PPC1. O PPC2 deixa mais evidente o tipo de concepção abordada, pois a declara como um princípio formativo do currículo.

Esse entendimento sobre a interdisciplinaridade como princípio formativo, coincide com os princípios definidos nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior quando afirma que os egressos dos cursos de licenciatura deverão possuir informações e habilidades construídas por meio de conhecimentos teóricos e práticos

baseados em princípios da interdisciplinaridade e contextualização (BRASIL, 2015).

Considerando a interdisciplinaridade, não como panaceia que garantirá um saber unificado ou um ensino adequado, mas um ponto de vista que traz uma profunda reflexão, criticidade, salutar sobre o funcionamento do ensino, esse construto teórico pode ser concebido como um meio de alcançar uma melhor formação geral e profissional, pois somente um enfoque interdisciplinar possibilita um reconhecimento entre o que se estuda e que se vive, resultado de múltiplas experiências, permitindo assim a abertura a novos campos do conhecimento (FAZENDA, 2002).

Na categoria de *Articulação de Conhecimentos*, pressupõe-se que as disciplinas das matrizes curriculares dos cursos na sua organização curricular em eixos estruturantes – como menciona o trecho: *As práticas pedagógicas atuarão como eixos articuladores entre as disciplinas componentes do currículo (PPC1, p. 4)* – cria possibilidades ou pelo menos expectativa de que se construa aproximações e diálogo entre as diferentes áreas de conhecimento. Para Lenoir (2008) propiciar possibilidades de interação entre as disciplinas científicas, privilegia-se nesse plano curricular, a abordagem relacional, que tem como características: estabelecer ligações, complementaridade, convergências, interconexões e etc.

Foi possível observar uma maior frequência de unidades de significados que se relacionam com a categoria de *Integração de Conhecimentos* no PPC2, não sendo observado nenhum trecho no PPC1. Fazenda (2011) menciona que integrar conhecimentos é ter em vista um conhecer global, aspira-se a novos conhecimentos, novas buscas e a transformação da realidade. E ainda, trata-se de uma etapa da interdisciplinaridade e não do seu produto, um momento como possibilidade de alcançar uma interação, uma interdisciplinaridade. Nesse sentido, o currículo prescrito do curso com o PPC2 aspira a “[...]”

integração entre os vários conhecimentos, aliados ao desenvolvimento das competências e habilidades [...]” (PPC2, p. 18-19).

Quanto à categoria de *Perfil do Egresso* trata das competências e habilidades do licenciado para o exercício da docência, ou seja o perfil do profissional formado, que são apresentadas nos dois projetos pedagógicos a relevância do licenciado ter interesse no seu auto aperfeiçoamento de forma contínua, tendo iniciativa na busca de soluções de questões sobre o ensino de Química e apto para acompanhar as mudanças trazidas pela interdisciplinaridade garantindo assim a qualidade no ensino de Química. Tais competências e habilidades estão presente nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química. Enfatiza-se que esse documento determina que a interdisciplinaridade seja um princípio norteador do currículo de formação de professores, devendo estar contemplado nos projetos pedagógicos dos cursos de licenciatura.

Indícios de Interdisciplinaridade

Considerando apontamentos acerca de uma das compreensões de currículo integrado, para o desenvolvimento da interdisciplinaridade, fazem-se necessárias a cooperação e a coordenação entre campos disciplinares, de forma que sejam incorporados resultados das várias especialidades disciplinares, bem como instrumentos, técnicas, conceitos (LOPES; MACEDO, 2011). Nessa perspectiva, a partir da análise da organização curricular dos cursos de Licenciatura em Química foi possível depreender que ambos os cursos apresentam um conjunto de disciplinas que possibilita aos formadores de professores desenvolver atividades interdisciplinares nos cursos.

Nessa análise, conforme apresentado anteriormente, distinguiu-se dois campos do currículo, que denominamos *Formação Articuladora* e *Formação Integradora* com maior aproximação com a interdisciplinaridade, ou seja, indícios que possibilitam coordenação e cooperação entre diversos campos disciplinares. Além disso, no PPC2 foi

possível observar o conceito de interdisciplinaridade como objeto de aprendizagem em disciplinas. Os currículos mencionam a interdisciplinaridade em diferentes partes do texto dos PPCs, buscando atender as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de professores e para a Formação nos Cursos de Química.

É importante mencionar que, os conhecimentos organizados como disciplinas que constituem a *Formação Integradora* emanam de campos de conhecimentos que tem progredido nas últimas décadas no Brasil e internacionalmente – Ensino de Ciências e Didática das Ciências. Morin (2003) menciona que, o rompimento do isolamento de campos disciplinares ocorre pela circulação de conceitos ou esquemas cognitivos, complexificação de disciplinas em áreas policompetentes, emergência de novos esquemas cognitivos e novas hipóteses explicativas, e constituição de concepções organizadoras que permitam articular os domínios disciplinares em um sistema teórico comum.

Considerações Finais

Inicialmente, assumindo a concordância com Lopes e Macedo (2011, p. 140), que as disciplinas não são boas ou ruins, mas são produções que guardam significados que atribuímos “[...] ao mundo, de relações de poder que embasam as articulações – sociais e institucionais – que organizam comunidades disciplinares”.

Nesse sentido, procurou-se compreender o modo como a interdisciplinaridade está configurada no currículo prescrito dos cursos de licenciatura em Química da Universidade Federal do Amazonas. Assim, observou-se que a *Formação Articuladora* está presente no currículo dos cursos, tendo em vista que as disciplinas classificadas nessa categoria buscam promover aproximações e interação entre áreas do conhecimento. Destaca-se, também, a *Formação Integradora*, em que observou-se disciplinas que apresentam uma proposta de integração entre teoria e

prática, e de diversos conhecimentos que possibilitem a construção de um conhecimento profissional vinculado a realidade escolar.

Dessa maneira, pode-se inferir que a organização curricular dos cursos apresenta aspectos relacionados a interdisciplinaridade, no que concerne à integração e interação entre as disciplinas. Ou seja, um currículo organizado de maneira disciplinar, mas que propõe a integração de conhecimentos relativos ao fazer e ser professor.

Todavia, é preciso compreender que, mesmo que o currículo prescrito seja o currículo oficial e que haja a intenção, seja de desenvolver a integração a partir de uma perspectiva que parte da disciplinaridade - especificidades de cada disciplina -, seja na integração aprofundada, onde conteúdos, objetivos, capacidades, competências e valores são tratados visando a resolução de situações-problema, desconsiderando as fronteiras limites de áreas de conhecimento, mas considerando interesses dos estudantes e demandas sociais, ainda assim, não há garantias da efetivação de uma formação numa perspectiva interdisciplinar. Portanto, conforme Rogiers e De Ketele (2004) reside o distanciamento entre o currículo prescrito e o concretizado.

Isso implica que na concretização do currículo integrado para uma perspectiva interdisciplinar, necessita haver posturas e práticas do docente formador, que considerem aspectos epistemológicos, metodológicos, psicológicos e sociológicos relativos aos saberes formativos. Isso possibilitaria trabalhar com conteúdos culturais mais relevantes; proporcionar uma formação de professores-pesquisadores; adequação às atuais demandas exigidas dos professores nas escolas; e estimular a análise de problemas e a busca de soluções (SANTOMÉ, 1998).

Por fim, para compreender como a interdisciplinaridade configura nos cursos de formação inicial de professores Química, faz-se necessário também, o desenvolvimento de estudos que busquem investigar, tanto as comunidades disciplinares nos cursos - professor formador por campo disciplinar -, como os licenciandos, tendo em vista práticas educativas,

vivências no curso, relações e significados que conferem: as disciplinas; a interdisciplinaridade na formação do professor; entre outras.

Agradecimentos

Ao financiamento da CAPES pelo PROCAD-Amazônia (Processo: 88887.199847/2018).

Referências

ALTET, M. As competências do professor profissional: entre conhecimentos, esquemas de ação e adaptação, o saber analisar. *In*: PAQUAY, L.; Perrenoud, P.; ALTET, M.; CHARLIER, E. (orgs.), **Formando professores profissionais: quais estratégias? quais competências?** 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2001. p. 23-35.

BRAIBANTE, M. E. F.; PAZINATO, M. S.; ROCHA, T. R. da.; FRIEDRICH, L. S. da.; NARDY, F. C. A Cana-de-Açúcar no Brasil sob um Olhar Químico e Histórico. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, p. 3 -10, fevereiro, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química. **Parecer Nº CNE/CES 1.303/2001**. Brasília, DF, 2001. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/130301Quimica.pdf>>. PDF. Acesso em: 18 jul. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **PARECER N.º CNE/CES 197/2004**. Consulta, tendo em vista o art. 11 da Resolução CNE/CP 1/2002, referente às Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Brasília, DF, 2004. DF: MEC/CNE. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/pces197_04.pdf>. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Decreto n. 5.626**, de 22 de dezembro de 2005. Regulamenta a Lei No 10.436, de 24 de abril de 2002, que dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais - Libras, e o art. 18 da Lei no 10.098, de 19 de dezembro de 2000. Brasília, DF: Casa Civil. 2005. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2005/Decreto/D5626.htm>. Acesso em 29 de fevereiro de 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parecer Nº CNE/CP 28/2001**, de 2 de outubro de 2001. Dá nova redação ao Parecer CNE/CP 21/2001, que estabelece a duração e a carga

horária dos cursos de Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/o28.pdf>>. Acesso em 20 de fevereiro de 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CP N ° 2**, de 20 de dezembro de 2019. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Brasília, DF: MEC, Conselho Nacional de Educação. 2019. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2019-pdf/135951-rcp002-19/file>>. PDF. Acesso em: 14 de outubro, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Resolução CNE/CP N.º 02**, 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. Brasília, DF: MEC, Conselho Nacional de Educação. 2015. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/docman/agosto-2017-pdf/70431-res-cne-cp-002-03072015-pdf/file>>. PDF. Acesso em: 15 jul. 2020.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade um projeto em parceria**. 5. ed. São Paulo: Loyola, 2002.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade**: qual o sentido? São Paulo: Paulus, 2003.

FAZENDA, I. C. A. **Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro**: efetividade ou ideologia. 6. ed. São Paulo: Loyola, 2011.

FERREIRA, F. M. N. S.; HAMMES, C. C.; AMARAL, K. C.C. das. Interdisciplinaridade na formação de professores: rompendo paradigmas. **Revista Diálogos Interdisciplinares** - GEPPFIP, v. 1, n. 4, p. 62-76, dez. 2017.

FERREIRA, L. H.; KASSEBOEHMER, A. C. **Formação Inicial de professores de Química**: a instituição formadora (re)pensando sua função social. São Carlos: Pedro & João editores, 2012.

GUIOTI, E. A. Identidade. In: FAZENDA, I. C. A. (org.) **Dicionário em Construção**: Interdisciplinaridade. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2002. p. 50-51.

- JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.
- KASSEBOEHMER, A. C.; CORRÊA, R. G.; FERREIRA, L. H. A formação pedagógica do licenciado em Química: Um olhar sobre os cursos de formação inicial das instituições públicas do estado de São Paulo. **Anais**. XV Encontro Nacional de Ensino de Química. Brasília, DF.21 A 24 de julho de 2010. Disponível em: <<http://www.sbq.org.br/eneq/xv/resumos/R0187-1.pdf>>. Acesso em: 05 de março de 2020.
- LENOIR, Y. Didática e interdisciplinaridade: Uma complementaridade Necessária e incontornável. *In*: FAZENDA, I. C. A. (org.) **Didática e interdisciplinaridade**. 13. ed. Campinas, SP: Papirus, 2008. p. 45-75.
- LOPES, A. C.; MACEDO, E. **Teorias de Currículo**. São Paulo: Cortez, 2011.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação**: Abordagens Qualitativas. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2017.
- MACHADO, E. S. da.; GIROTTO JÚNIOR, G. Interdisciplinaridade na investigação dos princípios do STEM/STEAM education: definições, perspectivas, possibilidades e contribuições para o ensino de química. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 2, p. 43-57, 2019.
- MARCELO, C. G. **Formação de professores**: para uma mudança educativa. Porto: Porto, 1999.
- MELO, G. N. de. Formação Inicial de Professores para a educação básica: uma (re)visão radical. **São Paulo em perspectiva**, v. 14, n. 1, p. 98-110, 2000.
- MORIN, E. **A cabeça bem-feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. Tradução Eloá Jacobina. 8. ed., Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.
- OHIRA, M. A. **Formação inicial de professores para uma Interdisciplinaridade escolar**. 2006. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2006.
- PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Tradução Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PIERSON, A. H. C.; NEVES, M. R. Interdisciplinaridade na formação de professores de ciências: conhecendo obstáculos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 2, p. 120 -131, 2001.

ROGIERS, X.; DE KETELE, Jean-Marie. **Uma pedagogia da integração**: competências e aquisições no ensino. 2. ed., Porto Alegre: Artmed, 2004.

SANTOMÉ, J. T. **Globalização e interdisciplinaridade**: o currículo integrado. Tradução Cláudia Schilling. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D.; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História & Ciências Sociais**, n. 1, 2009.

Capítulo 10

Filosofia da educação Química: um campo em formação ¹

Marcos Antonio Pinto Ribeiro ²

Introdução

Traçamos neste trabalho alguns elementos do que vimos a chamar de filosofia da educação química. Na década de 80 do século XX a filosofia da educação matemática³ constitui-se como campo autônomo principalmente com o trabalho de Paul Ernest⁴.

Na educação química, no Brasil, encontramos nossas próprias problematizações, donde este trabalho se fundamenta e amplia (RIBEIRO et.al, 2013; RIBEIRO, 2014). Explicitamente, o trabalho de Contakes e Kyle (2011) utiliza o termo *philosophy of chemical education*. No JCE (*Journal of Chemical Education*) encontramos 11 entradas para “*philosophy of chemical education*”, e na base de dados da Capes nenhum artigo.

Consolidar este campo é importante para estabilizar respostas aos fundamentos, finalidades e identidade disciplinar, fontes, modos e abordagens de sistema pedagógico da química. Apesar da educação química ter iniciado na década de 1980, algumas perguntas centrais

¹ Este artigo é resultado da reelaboração de um capítulo da tese de doutorado do autor.

² Doutor em Educação (Universidade Lisboa). Docente da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Integra/coordena o Grupo de Pesquisa Investigações em Filosofia, Química e Currículo. marcos.ribeiro@uesb.edu.br

³ Existem muitos artigos sobre filosofia da matemática e inclusive disciplinas com este tema. A revista eletrônica em educação matemática produziu uma edição especial sobre esta temática: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/revemat/issue/view/2479>

⁴ Professor da Faculdade de Educação da Universidade de Exeter, no Reino Unido.

continuam sem respostas, ou mesmo sem serem colocadas: a que serve o ensino de química? E a que serve a pesquisa? O que é química? Qual seu objetivo? Finalidade? Quais as finalidades educacionais?

Na falta destas problematizações o campo da educação química dissemina distorções, falsos problemas e uma agenda de problemas impertinente ao avanço dos processos formativos em química, em nível da investigação e do ensino. A consolidação da filosofia da educação química é assim necessária para inserir reflexividade, crítica e superação de algumas ambiguidades, dilemas e paradoxos: Química é uma ciência central e marginal no conjunto dos saberes; é uma ciência criativa, indutiva, prática, histórica, relacional, diagramática, classificatória, um exemplo de ciência interdisciplinar e tecnocientífica, e seu ensino é dogmático, conservador, dedutivo e algorítmico; é criativa e transgressora, o ensino conservador; é indutiva, seu ensino dedutivo; é interdisciplinar, seu ensino sinônimo de ciência normal.

Existem conflitos teóricos como: há negação do interesse técnico, legítimo da química, prevalecendo a busca de um currículo emancipatório sem atenção à filosofia (SCHNETZLER, 2008). Há *ausência de reflexão sobre a especificidade disciplinar da química* sem a problematização da especificidade disciplinar da química no âmbito disciplinar, pedagógico e filosófico. Há *busca de emancipação sem atenção à filosofia*. O currículo escrito vincula-se à dimensão gnosiológica da química, o currículo real prioriza a dimensão praxeologia e axiológica.

Isso faz existir divergências entre os diversos discursos e as perspectivas presentes e não refletidas; diversas subculturas da química; foco na competência técnica e pedagógica e ausência da competência reflexiva; vários estilos de pensamentos e círculos exotéricos de pouca circularidade; pluralismo implícito; foco na operatividade da química em detrimento do valor cultural e cognitivo; diferenças entre química que se pratica e que se ensina; ausência de reflexão sobre a investigação científica; objetivos implícitos.

Temos como hipótese que o desenvolvimento da filosofia da educação química é dependente do amadurecimento de reflexões filosóficas sobre a química. Aqui fazemos um esforço de aproximar o campo disciplinar da filosofia da química para propor algumas linhas teóricas da filosofia da educação química.

A química é a última das ciências naturais a refletir sobre suas próprias fundações; possui uma linguagem e grafia própria; tem um discurso científico implícito; é um corpo heterogêneo de práticas e discursos. A química apresenta características epistemológicas diferentes, ao menos em grau, de outras ciências, nomeadamente a biologia e a física, e essas diferenças não são explícitas no currículo. O pluralismo da práxis química, registrado em pensadores como Pierre Duhem, Gaston Bachelard, Charles Sanders Peirce e Michael Polanyi, é indicador de variados estilos cognitivos e didáticos ainda não suficientemente cartografados e integrados no currículo.

Aproximação entre filosofia da química e educação química

Abaixo sintetizamos artigos que têm relacionado educação e filosofia da química. Na revista *Química nova na escola* e *Química nova*⁵ (sessão educação) não há publicação que remeta a filosofia da educação química. No *The Journal of Chemical Education*, com primeira edição em 1926 encontramos um total de 72 entradas, sendo apenas 6 artigos com referências explícita ao debate da filosofia da química, na revista *Science & Education* tem um número especial no ano de 2012. Na tabela 1 sintetizamos.

⁵ Apenas no ano de 2013, foi publicado um artigo sobre filosofia da química na revista *Química Nova*, mas já estava fora da nossa amostra.

Tabela 01 - Principais artigos aproximando filosofia da química e educação química

Foco temático	Tese central
Fundamento	Metafísica de processos: Outra cosmologia para o ensino de química diferente da visão analítica e mecanicista (EARLEY, 2004, 2012); Pluralismo da práxis química (RIBEIRO; COSTA PEREIRA, 2012) As lentes da química (THALOS, 2012);
Finalidade	Aproximar a química que se ensina da química (TALANQUER, 2011); Empoderamento dos professores (ADÚRIZ-BRAVO et al., 2005); Formação como <i>Bildung</i> no ensino superior (ERIKSEN, 2002; SJÖSTRÖM, 2012); Imunizar de confusões filosóficas como posturas relativistas (SCERRI, 2003); Discurso mais reflexivo e problematizante (SJÖSTRÖM, 2007); Explicitar objetivos científicos (SCHUMMER, 1998)
Ensino e aprendizagem	Conceitos implícitos (TALANQUER, 2011); Domínios de especificidade: Tabela periódica, circularidade de conceito, linguagem estrutural (ERDURAN, 2001); Clarificar concepções espontâneas: Introduzir conceitos de emergência e superveniência, discutidos pela filosofia da química (NEWMAN, 2012) Conceito de emergência (LUISI, 2002); Erros conceituais no uso de estrutura eletrônica (SCERRI, 1999); Superação de obstáculos epistemológicos no ensino do modelo atômico (TABER, 2003)
Abordagens do ensino	Ensino como modelagem (JUSTI; GILBERT, 2005); Ensino/aprendizagem como uma linguagem (LASZLO, 2011)

Fonte: Elaboração própria.

O ano de 2012 é marco da constituição desse campo que procura entender a especificidade da educação química⁶. Um trabalho inicial foi analisar o estado de necessidade e denunciar o fisicalismo reduutivo implícito na educação química (SCERRI, 2000; LOMBARDI; LABARCA, 2007; ERDURAN, 2001, 2002).

Os trabalhos iniciais apontavam, genericamente, a importância da filosofia da química como fonte para a investigação em educação química (SCERRI, 2001; ERDURAN, 2001, 2002); que a filosofia da química pode favorecer a educação química em três níveis: linguístico, epistemológico e ético (ERDURAN, 2001); que reducionismo, realismo químico e explicação devem fazer parte do currículo de química (LOMBARDI E LABARCA, 2007). Scerri (2004) problematiza a confusão filosófica na educação

⁶ Em 2005, foi realizado o VII EDUQUI com a temática *Educação química: qual a sua singularidade?* Nesse evento buscava-se, como dito na introdução, discutir a especificidade da educação química. Esse evento não teve grandes êxitos.

química ao integrar-se posturas relativistas e anticientíficas nas práticas educativas. Sibel Erduran estudou o reducionismo (ERDURAN, 2007), a tabela periódica (ERDURAN, 2000), a linguagem estrutural, circularidade e dualidade de conceitos em química (KAYA; ERDURAN, 2012).

O principal marco histórico da integração dessa temática no currículo é o número especial da revista *Science & Education*, de 2012⁷ e chamou a atenção para a centralidade da filosofia da química e da educação química. Segundo o editor:

Filosofia da química tem, só nas últimas décadas, emergido como um campo distinto dentro da filosofia da ciência. No entanto, a relevância da filosofia da química para o ensino de química é um território de pesquisa relativamente inexplorado. Esta edição especial tem a intenção de esclarecer algumas características centrais deste território, indicar as áreas úteis para a investigação em curso, especialmente sobre a estrutura curricular, programação, trabalho de laboratório, avaliação e ensino em sala de aula de química (ERDURAN, 2012, [não paginado]).

Exemplos de tópicos para os artigos incluíam: tabela periódica; reducionismo; química e sociedade; ética e química; teoria atômica; discurso da química; ontologia química; reações químicas; microestruturalismo; teorias da ligação química; sínteses; linguagem química e simbolismo; modelos; substância; química teórica; estrutura e função; mecânica quântica; conceito de elemento; leis e teorias; previsão explicação.

Nos artigos que compuseram essa edição, Woody (2012) usa a noção de gás ideal para problematizar a noção de lei em química. Tobin (2012) também faz uma revisão geral da concepção de leis químicas como idealização ou como aproximações. Chamizo (2012) problematiza os

⁷Os investigadores convidados pela revista foram: Eric Scerri, University of California at Los Angeles, USA; Paul Needham, University of Stockholm, Sweden; Andrea Woody, University of Washington at Seattle, USA; Jose Antonio Chamizo, Universidad Nacional de Mexico, Mexico; Veli-Matti Vesterinen, University of Helsinki, Finland; Merce Izquierdo, Autonomia Universidad de Barcelona, Spain; Emma Tobin, University of Bristol, UK; Joseph Earley, Georgetown University, USA; Manuel Fernández-González, University of Granada, Spain; Andoni Garritz, Autonomia Universidad Nacional de Mexico, Mexico; Agustín Adúriz-Bravo, Universidad de Buenos Aires, Argentina; Pierre Laszlo, University of Liège, Belgium.

modelos em química e faz uma tipologia destes. Izquierdo-Aymerich (2012) defende que a história e a filosofia da química devem informar a construção de um currículo em química.

Outro grupo de artigos dá importância a aspectos epistemológicos relacionados com a didática da química. Newman (2012) defende que os conceitos de emergência e superveniência devem ser explícitos no currículo para melhor se pensar as relações micro-macro em química e imunizar contra obstáculos conceituais e epistemológicos dessa relação. Laszlo (2012) defende duas características da química, a linguagem icônica e a arte combinatória, para caracterizar o ensino de química como linguagem.

Outro conceito de idealização em química é o de substância pura. Kaya e Erduran (2012) defendem uma integração da epistemologia da química mediante campos de especificidade, nomeadamente a dualidade conceitual, explicações estruturais e a tabela periódica e o reducionismo.

Ribeiro e Costa Pereira (2012) defendem o pluralismo como fundamento para o ensino e explicitam diferentes estilos cognitivos, epistemológicos e didáticos. Vesterinen et al. (2012) analisam aspectos da NOS em livros textos da Finlândia e Suécia. Vilches e Gil-Perez (2011) refletem sobre a ideia de sustentabilidade e identificam a sua ausência na educação química.

Sjöström (2012) aprofunda sua crítica já defendida em Sjöström (2007), e corroborada por Eiksen (2003), acerca da necessidade de uma formação como *Bildung* em química. Talanquer (2012) problematiza como caracterizações universais de natureza da ciência falham em capturar a essência de disciplinas particulares e, assim, defende uma transgressão do conhecimento escolar em química e uma aproximação da química que se faz com a química que se ensina. Defende que a química seja caracterizada como uma tecnociência e, dessa forma, devem-se aproximar elementos de sua prática ao seu ensino. (TALANQUER, 2011; TALANQUER; POLLARD, 2010).

Garritz (2012) ilustra como a filosofia da química pode ser usada para pensar controvérsias científicas. Adúriz-Bravo (2012) defende a superação da concepção sintática de ciência e uma aproximação da versão de ciência baseada em modelos.

Nas sessões seguintes vamos abordar alguns desses artigos e, juntamente com a nossa própria problematização, organizar outros níveis de discussões.

Objetivos científicos da química

A Química é de longe a ciência mais produtiva quanto ao número de publicações (SCHUMMER, 2004). O que deixa a química na maioria das vezes incompreensível pelos não químicos e até mesmo pelos químicos. A química não mostra de forma explícita quais seus objetivos (SCHUMMER, 2004). Hoje existem cerca de 4 milhões de químicos em todo o mundo produzindo cerca de 900 mil trabalhos por ano. Sendo a maioria destes trabalhos sobre a síntese e análise de novas substâncias. Podemos assim nos perguntar: o que unifica a ação de todos esses químicos? Qual pergunta todos estes químicos estão buscando responder?

Em um inquérito a 20 professores doutores do Brasil sobre os objetivos da química identificamos os objetivos como: analisar; caracterizar; quantificar; compreender; conservar; criar. Portanto os objetivos, em sua grande maioria, sentidos pelos professores, são de cunho ético.

A partir de nossas reflexões temos sintetizado alguns objetivos básicos da química: um primeiro é de *curar*, associado a sua relação com a farmácia e medicina; um segundo é *escalar*, associado a produção e transformação de materiais para sustentar a sobrevivência humana e o sistema capitalista; um terceiro objetivo relaciona a *otimizar* processos como, por exemplo, produzir mais rapidamente bens agropecuários; um quarto objetivo relaciona com a *dosimetria*. Todos estes processos relacionam-se com o controle de variáveis e processos materiais para um

determinado fim. Logo, como o objetivo da química é servir a algum fim, entra no domínio de valores, próprio da abordagem sociológica e, portanto, uma sociologia da química se faz necessária de ser desenvolvida.

Na sessão seguinte iremos discutir o que filósofos da química tem problematizado sobre formação e currículo.

Fundamentos, objetivos e finalidades do currículo

É possível, fundamentado no debate da filosofia da química, formular o objetivo do currículo de química como formação crítica, humanista alargada capaz de articular a química no contexto dos saberes, de produzir a unidade da química. Sintetizamos abaixo a defesa de alguns filósofos da química.

Visão dinâmica de natureza. Para Earley (2004), os cursos de química têm como finalidades introduzir os alunos na cosmologia do mecanicismo e do atomismo, já ultrapassada pela prática científica. Um segundo objetivo é fornecer evidências de uma abordagem analítica da ciência. Defende Earley (2004, 2012) que a ciência atual advoga em nome de uma visão sintética, principalmente da metafísica de processos.

O autor se utiliza da filosofia whiteheadiana para propor uma abordagem não reducionista para a formação, investigação e ensino de química, defendendo que a educação química deve alterar sua ideia de natureza, incluindo uma noção dinâmica de natureza. Nesse contexto, os professores desenvolveriam a competência de criar a narrativa que melhor integrasse os diversos conceitos, contextos, modelos e teorias.

Empoderamento de professores e formação como Bildung. Sjöström (2007, 2012) e Eriksen (2002) defendem que, em face da sociedade do risco, a formação do químico necessita de elementos de reflexividade e problematização. Defendem, assim, uma formação liberal (*Bildung*) e um discurso mais reflexivo e crítico. Isso geraria um alargamento do discurso para além dos conteúdos disciplinares. A filosofia da química instrumentalizaria o discurso químico na forma de uma metaquímica para

fazer frente ao objetivismo e ao reducionismo em química (SJÖSTRÖM, 2007).

Explicitar valores científicos da química. Schummer (1997, 1999) fez um trabalho sobre a produção química em 300 artigos publicados e concluiu que os valores científicos da química não são explícitos. Isso, na compreensão do autor, compromete a compreensibilidade e inteligibilidade da química. Defende o autor que a filosofia da química deveria ter a função de esclarecer os objetivos científicos, entre os quais o perfeccionismo da química e seus valores estéticos, teorização, classificação e síntese.

No artigo intitulado *Constitutive pluralism of chemistry: thought planning, curriculum, epistemological and didactic orientations*, (RIBEIRO; COSTA PEREIRA, 2012)⁸, defendemos o pluralismo da química como um fundamento para uma filosofia específica do ensino de química.

Desse pluralismo da práxis química derivam os vários estilos cognitivos, didáticos e epistemológicos: classificações, diagramaticidade, fenomenotécnica, conhecimento tácito e processualidade. Também temos identificado variadas filosofias regionais na química: filosofia da classificação; filosofia heurística; filosofia de processos; filosofia dos instrumentos; filosofia dos signos.

É possível defender que cada um desses estilos tem uma didática específica e uma forma particular de articular funções micro e macrocurriculares. Cada estilo foi evidenciado por um filósofo/químico que evidenciou um aspecto transversal de especificidade da química: Duhem, as classificações; Peirce, a diagramaticidade, a relacionalidade e o pragmatismo químico; Bachelard, a fenomenotecnica da química, a interdependência entre instrumentos e especificação química; Prigogine, a processualidade e historicidade da química; e Polanyi, a dimensão tácita e pessoal do conhecimento.

⁸Este artigo constou na primeira chamada da revista *Science & Education* sobre filosofia da química, analisada acima.

Tecnociência como identidade disciplinar da química

A definição de química, principal fundamento do currículo de química, é intrínseca à definição de sua identidade disciplinar. Isso é captado por Laszlo (2012) em seu artigo *Towards Teaching Chemistry as a Language*. Para o autor, é preciso definir a química

como a *ciência das transformações da matéria*. Assim, torna-se lógico dividi-la em estática e dinâmica. A primeira vai abranger equilíbrios químicos e seu estudo. Este último será sinônimo de cinética química e os parâmetros que influenciam as taxas de reações químicas. Outra pessoa pode definir a química, ao contrário, como a *ciência do artificial*. Isto leva a uma perspectiva de engenharia e computação. O que vem à tona, de uma tal ponto de vista, é como montar entidades como átomos ou moléculas em outras entidades, conjuntos supramoleculares visando nanotecnologias, por exemplo. Para uma terceira pessoa, a química será, principalmente, a *ciência molecular*. Que se traduz em um foco predominante sobre a ligação, a estrutura, sistemática de moléculas ordenadas por famílias, *desenho* e segmentação de novas moléculas, então obtida por síntese. Há ainda outras definições de química: para os historiadores pós-modernos e filósofos da ciência *é uma tecnociência*; para outras pessoas, de uma inclinação industrial, *é a ciência da inovação*; química pode ser vista, alternativamente, como uma *arte combinatória* (um ponto a que eu devo retornar no presente documento). Muitas vezes, encontramos definições da química que são ou híbridos entre alguns dos acima (“o ramo das ciências naturais que lidam com a composição de substâncias e suas propriedades e reações”). Além disso, muitas pessoas não conseguem distinguir entre uma definição e uma propriedade. Assim, a química é vista como intermediário de biologia e física e, porque acredita-se ocupar esse meio-termo, ele é visto como ponte entre esses dois campos disciplinares. Como uma generalização de um papel tão fundamental da química, é muitas vezes denominada (pelos químicos obviamente) “a ciência central”. (LASZLO, 2012, [não paginado]).

A cada definição da identidade da química associa-se uma estrutura pedagógica particular, uma forma de organizar, selecionar conteúdos e também de desenvolvimento curricular. A questão da identidade e do

território disciplinar é transversal⁹ na literatura historiográfica da química. Inicialmente uma prática, depois uma disciplina ao serviço da medicina até o século XVII, é sistematizada no século XVIII por Lavoisier, alcançando certa centralidade, mesmo que Kant tenha visto como uma arte sistemática.

No século XX, é reduzida a física e, recentemente, é transformada em ciência de serviço pela biologia. Na atualidade, busca ganhar emancipação da física e definir sua autonomia disciplinar. É, na atualidade, um campo inter e multidisciplinar marcado por múltiplas disciplinas, uma ciência pós-acadêmica e pós-industrial (SJÖSTRÖM, 2006).

Bensaude-Vincent e Stengers (1992) tomam explicitamente a identidade disciplinar da química como problemática e transversal à sua história disciplinar e organizam a narrativa em torno de cinco eixos capazes, continuamente articulada entre práticas instrumentais, as profissões e as instituições: às suas origens (filosofia natural, alquimia e artes práticas). No século XIX torna-se uma ciência de professores desempenhando papel na expansão industrial; no século XX, há o desmembramento do território.

Utilizando o referencial de Combrie e reatualizado por Hacking (2002), Bensaude-Vincent (2009) classifica o estilo de pensamento da química como estilo de laboratório e, posteriormente, defende “*chemistry as technoscience*” (BENSAUDE-VINCENT, 2010). Chamizo (2012), em *Technochemistry. One of the chemists’ ways of knowing*, defende a tecnociência como uma forma de conhecimento químico. Talanquer (2012) também defende que a química deve ser caracterizada como uma tecnociência e, dessa forma, deve aproximar elementos de sua prática ao seu ensino (TALANQUER, 2011; TALANQUER; POLLARD, 2010).

Em 2005, duas edições da revista *Perspectives on Science* aplicaram o conceito de tecnociência à química na discussão da “produtividade tecnocientífica” das ciências experimentais. Nesses artigos, Klein (2005)

⁹Recentemente, em 2006, foi tema do congresso de história da química.

defende que a pesquisa em química, nos séculos XVII e XVIII, era tecnocientífica, e Rheinberger (2005) defende que a noção de fenomenotecnia, que Gaston Bachelard cunhou para caracterizar a física e a química no século XX, era precursora da tecnociência.

Nordmann (2006) utiliza o termo metaquímica, de Bachelard (2006), para defender a química como uma ciência interventiva. A metaquímica, para Nordmann, organiza a prática científica. Também Bensaude-Vincent (2009, 2010) tem reiteradamente trabalhado na temática. A diferença fundamental das tecnociências é posta no sentido do seu interesse (CHAMIZO, 2012; TALANQUER, 2012).

“A química é uma tecnociência por duas razões: por causa de sua característica dual como ciência e como tecnologia e porque existem muitas técnicas envolvidas em práticas experimentais” (BENSAUDE-VINCENT, 2009, [não paginado]). Bensaude-Vincent (2010) argumenta com algumas vantagens dessa perspectiva para a historiografia da química e a filosofia da química. Uma primeira é alargar os estudos históricos. A visão padrão da historiografia da química é avaliar o avanço da química do ponto de vista da física.

Tecnociência não é um termo neutro e não representa uma soma de ciência e tecnologia. É uma forma diferente de produção de conhecimento. Esse conceito destrói a imagem de ciência pura, neutra e desinteressada, autônoma e puramente cognitiva (BENSAUDE-VINCENT; SIMON, 2008). Para esses autores, a especificidade epistemológica da química é sua impureza; ela é uma ciência transgressora, pluralista, heterogênea.

Abordagens não reducionistas do ensino dos filósofos da química

Encontramos explicitamente três filósofos que desenvolvem perspectivas específicas do ensino de química.

Tabela 02 - Perspectivas do ensino de química dos filósofos da química

Perspectiva	Definição de química	Modo de ensino	Atribuição do professor
Linguística (LASZLO, 2012)	Uma linguagem e arte combinatória	Ensino tutorial Ensino por projeto Imersão	Interprete
Sintética (EARLEY, 2004, 2012)	Uma ciência histórica	Construção de narrativas	Construir uma boa narrativa
Heurística (FORMOSINHO, 1987)	Uma ciência criativa, uma arte, heurísticas	Análise da situação, resolução de problemas, comunidade de prática	Partilhar e explicitar exemplos

Fonte: elaboração própria.

Perspectiva linguística: ensino de química como uma linguagem. Para Laszlo (2012), os professores são guias linguísticos, são intérpretes. Eles ensinam aos seus estudantes como construir proposições químicas bem formadas. Uma perspectiva de ensino inovadora é proposta por Laszlo (2012), autor que estuda a linguagem química há algum tempo e entende a química como uma ciência inovativa.

Pode-se definir química como a ciência das transformações da matéria; ciência do artificial; ciência molecular; tecnociência; ciência da inovação. Laszlo defende a química como uma arte combinatória e isso eleva a importância da linguagem e coloca a química no mesmo *status* de ciência como a linguística. Um saber passa a ser ciência quando possui um conjunto de representações, definição que esclarece um problema principal de aproximações do fisicalismo reduutivo: o paradoxo de ser uma ciência indutiva, mas fundamentada em explicações fisicalistas de carácter dedutivo. Isso faz negligenciar o carácter pluralista e inexato da química, seu carácter inovador e criativo e torna o ensino altamente conservador.

Ao entender a química como uma arte combinatória, o autor destaca a importância das heurísticas e das regras. “Existe uma cornúpia entre heurística e química”, escreve Laszlo (2012, p. 38). O autor defende também a existência de um paralelismo entre química e linguística:

Em linguística, resolução de problemas, primeiro, para formular a regra. Então, busca encontrar a razão para ela. Um terceiro passo é olhar as exceções, violações, e usá-los para definir a realidade da aplicação da regra, seus limites de validade e ou suas explicações. Heurística tem um papel similar em

química, no laboratório ou na classe. Por exemplo, a mesomeria é para os químicos uma heurística poderosa.

Para o autor o ensino de química deve ter uma dinâmica *Top Down*, associada ao tradicional *Bottom Up* defendido pelo fiscalismo. Nessa dinâmica, um passo inicial é fazer os estudantes usarem os modelos químicos de forma natural e irem complexificando suas relações. Um segundo passo é fazer com que os alunos façam movimentos de *Top Down* e *Bottom Up*, usando esses modelos.

Para o autor, as moléculas podem ser comparadas às palavras. A polissemia e a monossemia são compreendidas pelos químicos na forma de seletividade e especificidade. A relação com o ensino de química afigura-se da seguinte forma: uma reação química é uma sentença bem formada; muitas sentenças são equivalentes à performance da ação; os intermediários nas transformações químicas podem ser considerados como raízes das palavras.

Perspectiva sintética em alternativa à analítica. Outro autor, também já bem referenciado neste artigo, o filósofo/químico Earley, propõe que os cursos introdutórios de química mudem de noção de natureza. Da mesma forma que Laszlo (2012), Earley (2004) reconhece o primado do reducionismo e ainda mais da visão de mundo herdada do renascimento na forma do mecanicismo e da analiticidade. A proposta do autor está explícita no artigo *Would Introductory Chemistry Courses Work Better with a New Philosophical Basis?* (EARLEY, 2004). Para o autor, uma filosofia de processos deveria ser a abordagem para o ensino de química, e defende que

educadores químicos devem mudar para uma diferente 'ideia de natureza', uma 'visão de mundo' alternativa. Muito da ciência e tecnologia contemporânea corresponde, de uma forma ou de outra, com dinâmicas que exibem novas e importantes propriedades. A noção de como o mundo opera em tais estudos e práticas gerais (e requeridas) é diferente dos conceitos que estão integrados na ciência da educação...há uma mudança na noção de natureza. Tal mudança enfatiza uma mudança geral e uma adoção de uma

nova base de como a natureza funciona. Educadores químicos podem e deveriam liderar para um urgente e necessário desenvolvimento. (EARLEY, 2012, [não paginado])

O autor tem defendido, desde 1981, uma filosofia de processos para a química trocando a perspectiva analítica pela sintética. A unificação se daria pela história e pelo processo e não pelo conjunto de leis, nomoteticamente, mas idiograficamente. Earley (2004) defende que os cursos introdutórios de ciências sejam concebidos com o objetivo explícito de introduzir os alunos nos principais pontos da história sobre a origem do mundo em que habitamos, ao mesmo tempo em que devem manter o máximo de contato com outros aspectos da cultura humana. Além disso, como parte de sua importante função instrumental em preparar os alunos para futuras profissões, todos os cursos introdutórios de química, inevitavelmente, servem como veículos de educação geral. Completa Earley (2004, p. 150):

a maioria das áreas da ciência atuais, incluindo a química, envolvem uma abordagem sintética em vez de um analítica. A velha linha histórica dos cursos introdutórios de química (tudo o que existe pode ser compreendido através da análise em seu componente partes) não é mais suficiente. A linha histórica mais apropriada seria - “tudo tornou-se” - ou seja, um épico evolucionário.

Segundo Earley (2004), os cursos deveriam iniciar em uma situação remota e ir conectando-a à história coerente, mostrando como aquela condição foi se transformando, trazendo-a para a história dos fins e dos contextos onde o estudante vive. Logicamente, por exemplo, pode-se iniciar com o vácuo, abordando, depois, novas entidades de classes: quarks, átomos, moléculas, estrelas, organismos, sociedades. Para Earley, uma competência básica de um professor de química é a construção de uma boa narrativa.

Heurística: socialização, descoberta e plurissignificação. Outra sugestão é a de Formosinho (1987), que trabalha com a referência de Polanyi e com o pensamento tácito. Para ele, o ensino de química deve

inserir uma filosofia heurística, ou seja, deve introduzir temas da descoberta, o ponto de vista, a percepção e o convívio com ideias diferentes, para fomentar a plurissignificação. Todos esses elementos convivem e têm funções, às vezes heurísticas, em cada contexto de validade. A importância das heurísticas em química também tem sido tema de muitos outros filósofos, especialmente Laszlo (2012) e Talanquer e Maeyer (2010).

Sistematismo químico. Não encontramos ainda em nenhum filósofo da química uma caracterização do ensino de química tendo as classificações como elemento transversal. Nessa perspectiva, inferimos que o ensino deveria problematizar os conceitos nucleares da química como substância, elementos, propriedades, processos e níveis, aplicando-se nos níveis focais da química e na relação entre a física e a biologia, estabelecendo os principais conceitos e construindo um sistematismo químico.

Um trabalho que se aproxima dessa perspectiva foi feito por Marcus Reiher em dois artigos, *A systems theory for chemistry* (REIHER, 2002) e *The systems-theoretical view of chemical concepts* (REIHER, 2003). Nesses escritos, o autor defende a necessidade de uma metateoria em química, ou seja, de um sistema teórico que seria um modelo de universo formado por um conjunto de princípios. Cada modelo de sistema pode ser convenientemente dividido em sistema e seu ambiente, contexto. As diferentes escolhas de ambientes podem produzir resultados dependentes do contexto, em um crescendo de complexidade.

Os ingredientes básicos de um sistema químico, para Reiher (2002, 2003), devem ser classificados de uma forma simplificada: elementos, propriedades e interações. O sistema existe em variadas escalas, gerando sistemas e subsistemas. Segundo Reiher (2003), esses conceitos dão conta de sistematizar o conhecimento químico de forma geral: um elétron seria um elemento para o átomo, um átomo seria um elemento para uma molécula e assim sucessivamente. As diferenças entre os sistemas seriam

de complexidade de suas interações entre os elementos, o que geraria propriedades diferentes nos seus diversos níveis de realidade.

Centralidade da axiologia e praxeologia dos conceitos químicos. Essa condição tem sido defendida por Izquierdo-Aymerich & Adúriz-Bravo (2003). Os conceitos químicos ganham sentido dentro de uma perspectiva prática, da utilidade do seu uso. Isso faz o contexto axiológico e praxeológico ter privilégio em relação ao gnosiológico e as dimensões fenomenotécnica e tácita terem uma centralidade maior que as outras.

Até ao momento, problematizámos os estilos cognitivos, didáticos e epistemológicos da práxis química. Esses estilos, entretanto, estão sujeitos a categorias mais inclusivas e a perspectivas filosóficas mais amplas. A organização feita até aqui nos induz a pensar em perspectivas filosóficas e em categorias mais inclusivas do que aquela a que a química está submetida. Essa discussão será objeto da próxima secção.

Perspectivas da filosofia da educação química e categorias centrais

Da nossa investigação e da literatura em educação química, o reducionismo, corpuscularismo, substancialismo, essencialismo têm sido as perspectivas filosóficas implícitas. Faremos, agora, o exercício de encontrar outras perspectivas no debate sistematizado da filosofia da química.

Bensaude-Vincent (2009) investiga *The Chemists' Style of Thinking* e caracteriza o estilo de pensamento químico por uma supremacia da representação sobre a realidade; supremacia da relação sobre a substância; teorias como narrativas experimentais; uma epistemologia do conhecer fazendo; um conhecimento vocacionado mais para a ação do que para explicação. O estilo de pensamento da química é o estilo de laboratório.

Theobald (1976) identifica três características definidoras da filosofia da química de Bachelard: o pluralismo; um pensamento relacional, cada substância química refere a todas as outras; e multiplicidade de modelos,

grupos de conceitos e princípios incompatíveis que podem ser aplicados ao fenômeno. Podemos sintetizar todas essas considerações nas perspectivas filosóficas e categorias transversais:

Tabela 03 - Perspectivas e categorias centrais¹⁰

Características da química	Perspectivas filosóficas		Categorias Centrais (Inferências da filosofia da química)
	Atuais	Filosofia da química	
Polissemia dos conceitos, representações; Múltiplos níveis de descrição, análise; emergência	Reduccionismo Fisicalismo	Filosofia pluralista e pragmática	Contextualidade e Níveis
Razão prática, intervenção	Apriorismo Dedutivismo	Filosofia da ação, dialética e intercultural	Comunidade e Ação
Historicidade, inexatidão, criativa, dinâmica, aproximações, heurísticas	Nomoteticismo	Epistemologia histórica, ideográfica	Narrativa e Aproximações
Relações internas, classificações, diagramaticidade, propriedades materiais	Substancialismo Essencialismo	Filosofia relacionista	Relacionalidade e Recursividade

Fonte: elaboração própria.

Filosofia pluralista e pragmática: contextualidade e níveis. Para Bachelard (1990, p. 74), “conhece-se claramente aquilo que se conhece grosseiramente. Se se pretende conhecer distintamente, o conhecimento pluraliza-se, o núcleo unitário do conceito explode”. Defende Laszlo (2012, [não paginado]):

nós (professores) devemos fazer nossos alunos entender a exuberância de pluralidade de ponto de vistas das explicações químicas, não como confusão, mas ajudá-los a penetrar na complexidade. Muitas heurísticas coexistem. Nenhuma é privilegiada em função última. Elas são muitas formas de ajudarmos ao longo do curso.

Identificamos a contextualidade e os níveis como duas categorias transversais. Todo o currículo de química deveria ser pensado pelos diversos níveis e contextos químicos, tornando o pluralismo um fundamento da educação química. A química não é um campo disciplinar

¹⁰ Estas perspectivas são proposições nossas sistematizadas a partir do debate da filosofia da química, obviamente esta sujeito a correções.

homogêneo e o pluralismo é inerente e constitutivo (RIBEIRO; COSTA PEREIRA, 2012).

Na filosofia da química, o pluralismo é um tema recorrente (LOMBARDI; LABARCA, 2005; LOMBARDI, 2012; LOMBARDI; LLORED, 2012; LASZLO, 2012; BACHELARD, 2009). “Falar de química como um campo unificado obscurece a pluralidade de métodos e tradições históricas e objetivos científicos deste campo, bem como as variedades de projetos interdisciplinares que os químicos trabalham.” (SCHUMMER, 1998, p. 34). A química é uma ciência impura (BENSAUDE-VINCENT; SIMON, 2008). A polissemia dos conceitos e das representações químicas é uma característica do pluralismo da linguagem química (LASZLO, 2012). Para além do fato de a teoria em que se baseia a conceitualização da química não ser unificada¹¹, essa ciência tem sido reiteradamente caracterizada por vários tipos de pluralismo:

Esse pluralismo constitutivo (RIBEIRO; COSTA PEREIRA, 2012), ontológico (BACHELARD, 2009), metodológico (SCHUMMER, 1997, 2006), epistemológico (BACHELARD, 2009) e axiológico (KOVAC, 2002) mobiliza variados atores e contextos (indústria, economia, academia); variados estilos de pensamento (razão prática e teórica, heurístico, diagramático, relacional e processual); variados recursos cognitivos como classificação (HARRÉ, 2005), visualização (GILBERT, 2009), intuição (TALANQUER, 2005), imaginação (HOFFMANN, 2003); variados valores pessoais e culturais: estéticos, inovativos, criativos, utilitários; e uma fenomenologia inscrita em complexas relações ontológicas, envolvendo a categorização dos tipos naturais, relacionalidade, recursividade, lógica relacional e mereológica e uma relação constitutiva com os instrumentos de medida.

Segundo Bachelard (2009, p. 7):

¹¹As duas grandes teorias são a Teoria de Ligação de Valência e a Teoria das Orbitais Moleculares, com bases totalmente diferentes e de que derivam conceitos também muito diferentes, que na generalidade dos compêndios de Química aparecem indiferenciados, situação que contribui para a grande dificuldade de aprendizagem da Química.

o pensamento químico oscila entre um pluralismo e a redução da pluralidade. Assim, primeiro se vê que a química não hesita em multiplicar as substâncias elementares, em considerar compostos heterogêneos, surgidos muitas vezes do acaso experimental; esse é o primeiro tempo da descoberta. Depois, uma espécie de escrúpulo intervém. Sente-se a necessidade de um princípio de coerência, tanto para compreender as propriedades das substâncias compostas como para captar o verdadeiro teor das substâncias elementares.

A fusão desses dois movimentos é orientada por um pensamento tácito. Contudo, mesmo tácito, é um pensamento imensamente eficaz e basta um princípio ou um conceito para trazer sistematicidade para o misto confuso da pluralidade e heterogeneidade da química.

Filosofia intercultural: comunidade e ação. Reconhecer a química por sua capacidade de intervenção e pela interculturalidade evitaria uma ambiguidade: O currículo escrito foca na dimensão gnoseológica; a imagem da química foca na dimensão praxiológica.

Harré e Rutemberg (2012) defendem que a filosofia de Van Brakel é uma filosofia intercultural. Não existe a possibilidade de construção de categorias *a priori*, de um ponto de vista transcendental. A posição do *eu* é trocada pelo *nós*. O sujeito epistêmico, como em Habermas, dá-se, contrariamente a Kant, na história, na práxis.

As categorias químicas são negociadas à luz da práxis, à luz de sua história. E assim, o diálogo, a linguagem e a comunicação têm uma importância central na epistemologia da química e, conseqüentemente, no seu ensino. Por exemplo, Van Brakel faz isso quando defende a não existência de tipos naturais da química e se opõe ao essencialismo químico, como também insere outra categoria central na filosofia da química, que é sua historicidade.

Nos trabalhos de Schummer (2006, 1998, 1999) e, mais propriamente, em Bachelard (1990), está explícita a filosofia da química dentro de uma perspectiva materialista e ativa. Bachelard (1990) descreve a química como a ciência da matéria caracterizada por materialismo ordenado e materialismo erudito. Frequentemente, esse materialismo está inscrito em um paradoxo: a investigação da unidade e o trabalho frequente

de diferenciação, unidade que se ordena pela complexidade. Para Schummer (1998, p. 149), ciências materiais, como a química,

[...] não têm ambição para generalizações metafísicas. Entretanto, procuram por um sistema sutilmente sofisticado de conceitos materiais, de forma a descrever, tanto quanto possível, a diversidade de fenômenos materiais com precisão e sem ambiguidade. *Um conjunto de conceitos materiais é um sistema de classificação*, se cada conceito permite, pelo menos, uma discriminação binária de fenômenos materiais e todos os conceitos são logicamente independentes uns dos outros. Essa classificação não é (nem pode ser) dedutivamente inferida a partir da “essência desmaterializada da matéria”. Em vez disso, ele é (e deve ser) desenvolvida a partir de alguns conceitos de material primitivo passo a passo através da diferenciação de conceito e introdução, e por meio da verificação empírica para o seu poder real discriminação.

É pelo número acrescido de substância que se institui a ordem. “Não é, como queria o tradicional espírito filosófico, do lado da unidade da matéria que se encontram as raízes da coerência das doutrinas. É do lado da complexidade ordenada.” (BACHELARD, 1990, p.43). Na química, a unidade é, *a posteriori*, terminal. Para Bachelard (1990), esta é a característica do intermaterialismo, a essência da própria química.

Um desdobramento natural da pedagogia química é dialetizar a prática de ensino e pesquisa em química. Parentes (1990) defende como um dos desdobramentos da epistemologia bachelardiana dialetizar a relação professor/aluno, química/sociedade. Outro desdobramento do nosso artigo, e também defendido por Parentes, é introduzir a polêmica principalmente mediante as problematizações das tensões químicas: parte/todo, micro/macro, modelo/realidade, ciência/técnica, academia/indústria, ideográfico/nomotético, estático/dinâmico, monismo/pluralismo.

Epistemologia histórica: narrativa e aproximações. O carácter histórico, ideográfico da química tem sido reiterado na filosofia da química e está explícito nos trabalhos de Lamza (2010), Näpinen (2007), Rein (2004), Earley (2004, 2012) e Bensaude-Vincent (2009). A historicidade e

uma perspectiva sintética, *top down*, devem ser inseridas no currículo da química. Tradicionalmente, analisa-se por uma perspectiva *Bottom Up*.

Ao analisar o estilo do pensamento químico, Bensaude-Vincent (2009) identifica que o pensamento químico caracteriza-se por criar o seu objeto e por uma supremacia da relação sobre a substância e da representação sobre a realidade. A química realiza uma epistemologia do aprender em uma práxis de laboratório¹², não existindo uma identidade trans-histórica. Suas teorias são narrativas de experimentos, são representações construídas para dar sentido à prática científica, apresentando um ponto de vista pragmático. Segundo Bachelard (2009) e Nordmann (2006), a metaquímica orienta a prática científica. Não trabalha com categorias *a priori* e sim com uma razão prática, *a posteriori*. Kovac (2002) defende que a química utiliza-se de uma razão prática.

A química é uma ciência histórica, ideográfica. Lamza (2010), ainda, defende que a química pode ser uma ciência pan-ideográfica, que ela deve ser entendida dentro de sua própria narrativa histórica e que os químicos contam história enquanto trabalham nos laboratórios (HOFFMANN, 1993). Logo, no ensino não se trata de introduzir a história da química, dado que a própria química tem um carácter histórico.

A epistemologia da química é caracterizada por um “conhecer através do fazer” (BENSAUDE-VINCENT, 2009). As práticas em química não são feitas para testar hipóteses teóricas; como já denunciava Caldin (1961), químicos não usam a mediação dos instrumentos para entender o fenómeno natural, como fazem os físicos. Para Hoffmann (1993, 2007), os químicos fazem história enquanto criam moléculas, e as teorias são narrativas de experimentos.

Teorias químicas, diferente da física, não objetivam realmente a explicar fenômenos. Químicos não estão preocupados, primariamente, com clareza e distinção, e não entendem consistência em alto valor.... Além de serem uma acurada representação ideal da natureza, narrativas teóricas têm significado,

¹²Embora haja laboratórios em quase todas as ciências, segundo Bensaude-Vincent (2009) o laboratório é uma invenção química.

com átomos e moléculas, melhor descrito como atores da história. Mesmo que entidades invisíveis sejam visualizadas usando técnicas, elas não espelham a realidade última, embora elas signifiquem alguma coisa para os químicos. Em certos casos elas podem significar que existe uma possibilidade de quebrar uma ligação, ou de substituir um grupo funcional ou encapsular certos átomos em uma molécula, etc... na história adicional requer uma estrutura temporal: temporalidade desempenha um papel proeminente na narrativa química como nas determinações cinéticas quando a reação será uma história bem-sucedida ou não. (BENSAUDE-VINCENT, 2009, [não paginado]).

Filosofia relacionista: diagramaticidade e relacionalidade. Uma filosofia relacionista problematiza os limites do essencialismo na química e tensões como estático/dinâmico, substância/processos, relação/substância. Bensaude-Vincent defende que uma das características da química é a supremacia da representação sobre a realidade e da relação sobre a substância. Claramente, a autora defende uma filosofia relacionista para a química.

Para Bachelard (2009), a química cresce por ideias sistemáticas, numa relação dialética entre um pluralismo, de um lado, e sua redução, de outro. A passagem de um ao outro é por meio de um pensamento cego e tácito. Nas palavras de Bachelard (2009, p. 33): “De modo paradoxal, é possível dizer que se reduz a diversidade aumentando-a. Pois, ao introduzir corpos novos em séries incompletamente conhecidas, substitui-se o conhecimento dos corpos particulares por um conhecimento da série. Simplifica-se complexificando”. Bachelard (2009) defende, ainda, que as categorias mais importantes para se pensar a química são a *comunidade* e a *coordenação*. Ele escreve (2009, p. 33):

Tal pluralismo coerente se afirmaria ainda mais se fosse possível destacar tudo pertencente à *categoria de comunidade* no método experimental do químico. Essa categoria reúne de certo modo a categoria de substância e causalidade. Logo, é mesmo a categoria de comunidade que permite compreender como um corpo pode agir qualitativamente sobre outro corpo, como uma substância pode servir para separar as propriedades químicas de outra substância, como duas matérias diferentes podem colaborar para dar uma matéria que não é designada a partir dos componentes por propriedades médias mas por

propriedades novas. É acentuado o papel metafísico da categoria de comunidade que chega talvez mais naturalmente ao problema central da metaquímica. [...] estendendo-a progressivamente a substância cada vez mais numerosas, é possível dizer, para utilizar um enunciado kantiano, que a categoria de *comunidade* chega a substituir os princípios de subordinação pelos princípios de *coordenação*. De fato, enquanto a subordinação dos atributos às substâncias pode permanecer o ideal de uma ciência ontológica, que crê simultaneamente na força produtiva da substância e na força dedutiva do conhecimento, é preciso chegar à coordenação dos atributos entre si, depois à coordenação das substâncias entre si, quando se quer apreender a experiência química no que ela tem de *essencialmente correlativo*, bem como o pensamento teórico no que ele tem de essencialmente indutivo. Só assim se explica a necessidade de uma substância para revelar outra. (BACHELARD, 2009, p. 33)

Também Bachelard coloca que as propriedades químicas são relacionais. Uma substância química, para Bachelard, só ganha sentido no conjunto de todas as outras. A essa tarefa mental Bachelard dá o nome de coordenação e comunidade. Essa ideia é muito próxima da noção epistemológica defendida por alguns filósofos da química, favoráveis a uma epistemologia química de relações internas e ao conhecimento químico como uma rede de relações (SCHUMMER, 1998; BERNAL; DAZA, 2010; SOUKUP, 2005).

Bernal e Daza (2010) e Soukup (2005) explicitam a química como uma ciência das relações peculiares. Em um caminho semelhante, Schummer (1998) considera que o conhecimento químico pode ser entendido logicamente como uma rede de relações, em que os nós da rede são as substâncias puras, empiricamente determinadas, e as conexões são as diversas relações e processos químicos. O núcleo químico da química pode ser descrito nos seguintes passos:

Primeiro, definem-se propriedades materiais como o núcleo da investigação em química. E analisando a lógica das propriedades materiais encontra-se um sistema de relações na qual as substâncias são os nodos e as interconexões são as diversas relações das substâncias. A identificação das substâncias básicas oferece dificuldades e são feitas *instrumentalmente*. A organização das

substâncias constitui um sistema de *classificação* que se estabelece por similaridade; as classificações necessitam de uma teoria fundante, que ainda não existe em química, contudo ela possui um alto poder de previsão e sistematização. A *linguagem de signo* estabelece um novo nível de sistematização e predição teórica. O núcleo químico da química é então considerado a *investigação química das propriedades materiais, os sistemas em rede da classificação e a linguagem simbólica*. (SCHUMMER, 1998, p. 150).

Para Schummer (1998), a química lida com propriedades materiais, objetos empíricos. Propriedades materiais são relacionais. O estudo das propriedades requer um conhecimento sistemático em nível experimental; uma clarificação das espécies químicas e das propriedades materiais dependentes da instrumentação química; uma série de sistemas de classificação das espécies químicas, que não são passíveis de inferências dedutivas, e uma fundamentação apoiada na teoria das fórmulas estruturais. Essa descrição do conhecimento químico aproxima-o de uma estrutura reticular que lhe confere um alto poder de sistematicidade e previsibilidade.

Características principais da formação e da investigação superior em Química

Utilizando o campo disciplinar da Filosofia da Química como instrumento de análise para estudos empíricos sobre formação e investigação química, temos identificado que, nos contextos analisados, características formativas e investigativas defendidas pela filosofia e história da química estão ausentes. No tocante à formação superior em química observamos que autores que imergiram na semiose científica estão ausentes do discurso pedagógico que ainda tem hegemonia da Psicologia. Isto tem dado características de inautenticidade e impossibilitado uma Educação Científica a partir do que apaixona o cientista.

Como vimos, tem-se defendido uma formação como *Bildung* que possibilite construir a unidade da ciência, entre cultura e ciência e

sociedade e indissociabilidade entre ensino e pesquisa. Também tem-se defendido a integração dos clássicos no contexto da química; o Juízo estético; Tecnoquímica: Química entre ciência e Técnica e uma perspectiva sintática no ensino de química inspirada em Whitehead.

No contexto da investigação tem-se defendido as seguintes características: Investigação pragmática; foco em síntese nos últimos 200 anos; Investigação em simbiose entre instituições; Intrinsecamente organizada em *Stakeholders*; Investigação acadêmica conectada com a indústria; investigação em múltiplas interfaces; Investigação com objetivos implícitos; Investigação sem crítica e auto-reflexão; Investigação na interface entre ciência e técnica: tecnoquímica; Investigação para além da explicação; Investigação pluralista e a ciência mais produtiva; Investigação de fronteira: inter, multi e transdisciplinar. Por outra, identificamos que estas características estão ausentes nas investigações de dois programas de pós-graduação: Ausência de uma perspectiva transdisciplinar; Investigação predominantemente homogênea; hierarquizada; focada em publicações; com abrangência local; avaliada por pares e não socialmente; interessada, porém de natureza básica; Investigação como um fim em si mesmo; com financiamento hegemonicamente público; com caminhos divergentes entre a História, Filosofia da Química e as investigações químicas; sem relação com a indústria; pouca relação com tecnologia e inovação; Predominância do ethos tradicional na investigação em Química; Investigação aplicada com natureza de pesquisa pura.

Considerações finais

Neste trabalho pontuamos principais elementos da filosofia da educação química, campo disciplinar em constituição. Este campo deverá problematizar e dar respostas às questões de formação e currículo em química: qual o conhecimento químico legítimo de ser ensinado? Qual a organização da práxis química? Quais os elementos formativos intrínsecos

à Química? Quais os objetivos, finalidades identidade disciplinar e escolar da química? Filósofos da química têm apontado para uma finalidade do currículo como *bildung*; uma finalidade básica da filosofia da química como empoderar os professores e explicitar objetivos educacionais e científicos; o pluralismo químico deve ser um fundamento do currículo; há uma necessidade de uma nova idéia de natureza dinâmica em detrimento da noção estática.

Avançamos com um esforço próprio de sistematização do debate em propor linhas, eixos de uma filosofia da educação química: uma filosofia intercultural que problematize o apriorismo e dedutivismo químico; uma filosofia relacionista que problematize o essencialismo e instale o relacionismo; uma filosofia pluralista que problematize o substancialismo, o causalismo e instale uma ontologia de níveis e a polissemia dos conceitos e representações. Uma filosofia pluralista e da ação que reorganize os conteúdos a partir da ação, antes do conceito.

Referências

- BACHELARD, G. **O materialismo racional**. Editora 70. Rio de Janeiro, 1990.
- BACHELARD, G. **O pluralismo coerente da química moderna**. Contraponto, 2009.
- BENSAUDE-VINCENT, B. The chemists' style of thinking. **Ber.wissenschaftsgesch.** 32, 2009, pp. 365–378.
- BENSAUD-VICENT, B. & STENGERS, I. **História da química**. Instituto piaget: Lisboa, 1992.
- BERNAL, A. & DAZA, E. E. On the epistemological and ontological status of chemical relations. **HYLE--International Journal for Philosophy of Chemistry**, Vol. n.2, 2010.
- EARLEY, J. A New 'Idea of Nature' for Chemical Education. **Science & Education**. Online first, 29 July, 2012.

- EARLEY, J. E. Would introductory chemistry courses work better with a new philosophical basis? **Foundations of Chemistry**, Vol. 6, 2004, pp.137-160.
- ERIKSEN, K. The future of tertiary chemical education – a bildung focus? **HYLE--International Journal for Philosophy of Chemistry** ,Vol. 8, n.1, 2002, pp. 35-48.
- ERNEST, P. **The philosophy of mathematics education**. London: falmer press, 1991.
- FORMOSINHO, S. Uma perspectiva heurística para o ensino da química. **Rev. Port. Quim.** Vol. 29, 1987, pp.161-183.
- GILBERT, J. K. **Visualization: a metacognitive** skill. In science and science education. In: j. K. Gilbert (ed.). *Visualization in science education*. Holanda: springer, 2009.
- HOFFMANN, R. How Should Chemists Think? **Scientific American**, 1993, 66-73.
- HOFFMANN, R. Thoughts on aesthetics and visualization in chemistry. **HYLE--International Journal for Philosophy of Chemistry**, Vol.9, 2003, pp. 7-10.
- LAMŽA, L. How much history can chemistry take? **HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry**, Vol.16, n.2, 2010, pp.104-120.
- LASZLO, P. Towards teaching chemistry as a language. **Science & Education**, online first, 23 march, 2012.
- RIBEIRO, M. A. P. & COSTA PEREIRA, D. Constitutive Pluralism of Chemistry: thought planning, curriculum, epistemological and didactic orientations. **Science & Education**, online first 7, January, 2012.
- RIBEIRO, M. A. P. **Integração da filosofia da química do currículo de formação inicial. Contributos para uma filosofia do ensino**. Tese de doutorado. Universidade de Lisboa. 2014
- RIBEIRO, M. A. P. ; COSTA PEREIRA, D.; SANTOS, S. B.; KVALEK. D. S. Proposição de perspectivas filosóficas da educação química. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – **IX ENPEC** Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013

- SCERRI, E. Philosophical confusion in chemical education research. **Journal of chemical education**, Vol.80, n. 5, 2004a, pp.468-474.
- SCHUMMER, J. The chemical core of Chemistry: A conceptual approach. **Hyle, International Journal for Philosophy of Chemistry**, Vol. 4, n.1, 1998, pp.129-162.
- SCHUMMER, J. The philosophy of Chemistry: From infancy towards maturity. In: Davis Baird, Eric Scerri & Lee Macintyre (eds.). **Philosophy of Chemistry: Synthesis of a new discipline** (boston studies in the philosophy of science, vol. 242), dordrecht: springer, 2006, pp. 19-39.
- SJÖSTRÖM, J. The Discourse of Chemistry (and Beyond). **HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry**, Vol. 13, N. 2, 2007, pp. 83-97.
- SJÖSTRÖM, J. Towards Bildung-Oriented Chemistry Education. **Science & Education**, Vol. 1, n.18, 2011.
- SOUKUP, R. W. Historical aspects of the chemical bond: chemical relationality versus physical objectivity. **Monatshefte für chemie**, Vol. 136, 2005, pp. 803-813.
- TALANQUER, V. & MAEYER, J. The role of heuristics in students thinking: Ranking of chemical substances. **Science Education**, Vol. 94, n.6, 2010, pp.963-984.
- TALANQUER, V. **Química agazapada** [Lurking Chemistry]. In: J. A. Chamizo (Ed.) *Historia y Filosofía de la Química*. Facultad de Química, UNAM, Siglo XXI: México. 2011, pp. 142-156.
- VAN BERKEL, B. (2005). **The structure of current school chemistry**. A quest for conditions for escape. Tekst. Proefschrift universiteit utrecht.

Capítulo 11

Abordagem investigativa na formação de professores de Química

*Marcelo de Freitas Lima*¹

*Jackson Gois*²

Introdução

A aprendizagem humana tem sido abordada a partir de elementos de diversos campos de conhecimento, como Psicologia, Filosofia, Sociologia, Educação, Linguística, o que confere alto grau de complexidade a este tema. Além das diversas áreas das ciências humanas, as ciências biológicas e exatas também participam de debates sobre processos de ensino e aprendizagem por meio das neurociências (GROSSI et al., 2014) e da inteligência artificial (RUSSEL; NORVIG, 2013).

Apesar dos desafios na concretização dos processos de ensino e aprendizagem em ambiente escolar, parte considerável do desenvolvimento humano ocorre também em espaço não-escolar, informais e não-formais de aprendizagem. Considerando os diversos ambientes de aprendizagem, a abordagem investigativa tem sido utilizada como ponto de partida conceitual para compreender processos de ensino e aprendizagem em várias áreas de conhecimento, inclusive na Educação em Ciências.

¹ Doutor em Química (Universidade Federal de Santa Catarina). Docente da Universidade Estadual Paulista - UNESP. Coordena o Laboratório de Química Bio-Orgânica Ambiental- LQBoA. marcelo.f.lima@unesp.br

² Doutor em Educação (Universidade de São Paulo). Docente da Universidade Estadual Paulista - UNESP. Coordena o Grupo de Pesquisa em Ensino e Significação - GPESig. jackson.gois@unesp.br

De acordo com Zômpero e Laburú (2011), a abordagem investigativa pode ser denominada de diversas formas, como *inquiry*, aprendizagem por investigação, aprendizagem por projetos, aprendizagem por descoberta, resolução de problemas, dentre outras. Essa abordagem foi fortemente influenciada pelo pensamento de John Dewey (1859-1952), no paradigma progressista dos Estados Unidos da América. A concepção de “experiência” elaborada por Dewey ganha relevo na abordagem investigativa porque se refere a vivências e reflexões, e não deveria ser concebida de forma separada do ensino.

Zômpero e Laburú (2011) ainda observam que as concepções iniciais propostas por Dewey (1938, apud ZÔMPERO; LABURÚ, 2011) relacionadas com a abordagem investigativa tiveram relação próxima com ideias do construtivismo cognitivista, socioconstrutivismo, movimento CTS e alfabetização científica. Nas diferentes abordagens observadas hoje com os nomes associados à abordagem investigativa, esses autores observam que não há um consenso teórico e metodológico. No entanto, podem ser observados vários pontos em comum nas concepções sobre esse tema. Por exemplo, a necessidade de haver

“um problema para ser analisado, a emissão de hipóteses, um planejamento para a realização do processo investigativo, visando a obtenção de novas informações, a interpretação dessas novas informações e a posterior comunicação das mesmas” (idem, p. 74).

Esses pontos de convergência delimitariam as características básicas da abordagem investigativa, para além de escolhas de outros aspectos por parte de cada autor.

Andrade (2011) observa que as concepções iniciais de abordagem investigativa, conforme propostas por Dewey, nunca foram adotadas institucionalmente nos EUA em função das diferenças ideológicas contrárias ao capitalismo. Também observa que nas décadas de 1950 e 1960 a concepção de abordagem investigativa estava fortemente enraizada na ideia de que os processos de ensino e aprendizagem deveriam ser

conduzidos de forma a fazer com que os alunos pensassem como cientistas. O lançamento do *Sputinik I* pela antiga URSS acirrou a disputa entre as potências mundiais pela hegemonia política, o que contribuiu para que uma concepção pautada na racionalidade técnica prevalecesse nesse momento histórico.

No entanto, Andrade (2011) também observa que as novas concepções sobre aprender e ensinar ciências, elaboradas a partir da década de 1980 (concepções alternativas, mudança conceitual, alfabetização científica, enfoque CTS), auxiliaram na evolução das concepções sobre abordagem investigativa, possibilitando a superação de concepções incompatíveis, como a suposta neutralidade da ciência e o papel do indutivismo no conhecimento científico. Com isso, ao final da década de 1980 há uma retomada da abordagem investigativa como prática de sala de aula e como enfoque de pesquisa na Educação em Ciências, agora com ênfase em democratizar e tornar público o conhecimento científico.

Pedaste et al. (2015) apresentam uma revisão da literatura internacional acerca da abordagem investigativa. Os autores observam que uma das características que possibilitam a popularização de métodos de ensino com base em abordagens investigativas é a utilização de ambientes virtuais de aprendizagem, que viabilizam acesso a dados, informações e animações/simulações computacionais. Nessa proposta, os autores procuram incluir todos os elementos obtidos com a revisão bibliográfica, que foram agrupados em cinco itens e seus sub-itens: (1) orientação; (2) conceitualização (questionamento, geração de hipóteses); (3) investigação (exploração, experimentação, interpretação de dados); (4) conclusão e (5) discussão (reflexão, comunicação). Para esses autores, a proposta que apresentam é abrangente no sentido de agregar as categorias que estão presentes na maior parte dos estudos da área de Educação em Ciências.

A abordagem investigativa também pode ser relacionada com outros referenciais teóricos, como abordagem freireana (SOLINO; GEHLEN,

2014), Filosofia da Ciência (GOI; BORBA, 2019), prática reflexiva (SILVA; COSTA, 2019) dentre outros. Isso enfatiza a diversidade de concepções e as possibilidades de exploração das concepções sobre abordagem investigativa no ensino, tanto na pesquisa quanto em atividades de sala de aula no ensino básico e superior.

Neste trabalho discutimos o papel da abordagem investigativa na formação inicial de professores de química, especialmente nas disciplinas de graduação. Argumentamos que há necessidade de um trabalho conjunto nas disciplinas dos cursos de formação de professores de química, para que os futuros docentes possam se basear nessa abordagem no ensino básico.

Desenvolvimento

A formação de profissionais capacitados requer uma diversidade de saberes em todas as áreas de conhecimento. Na formação docente este aspecto é mais relevante ainda, considerando que grande parte dos profissionais de ensino ensina um conteúdo específico do ensino básico, como História ou Educação Física. Nesse sentido, há muitas décadas se critica a formação docente pautada na racionalidade técnica (SCHNETZLER, ANTUNES-SOUZA, 2019), em que, para ensinar, bastaria conhecer os conhecimentos da área específica.

É nesse sentido que Shulman (2004) descreve saberes fundamentais para a formação docente, para além dos conhecimentos específicos de um especialista em determinada disciplina. Com isso, os conhecimentos docentes envolveriam conhecimento de conteúdo (CK), conhecimento pedagógico de conteúdo (PCK) e conhecimento pedagógico (PK), dentre outros. Nesse caso, o conhecimento pedagógico de conteúdo (PCK) se relacionaria fortemente com a atividade profissional docente, e delimitaria a diferença entre um docente e um especialista em uma disciplina.

O conhecimento pedagógico de conteúdo também pode ser encontrado na literatura com outros nomes, como conhecimento dos

professores, conhecimento prático pessoal, saberes da prática, conhecimento tácito, dentre outros (FERNANDEZ, 2015). Este tipo de conhecimento é influenciado pelos outros tipos, como conhecimento pedagógico (PK) e conhecimento de conteúdo (CK), obtidos na formação inicial nas universidades, mas não é a simples soma deles.

No caso da formação inicial de professores de química, as atividades acadêmicas desenvolvidas na formação inicial docente, como as disciplinas cursadas nesse período, fornecem os principais conhecimentos de conteúdo (CK) e pedagógicos (PK). Há também esforços curriculares para que os licenciandos em química desenvolvam conhecimento pedagógico de conteúdo (PCK) em disciplinas específicas da formação docente, como metodologias do ensino de química, instrumentação para o ensino de química, dentre outras. Além disso, também há programas de sucesso nas licenciaturas, como o PIBID, que possibilitam o desenvolvimento desses saberes docentes (RIBEIRO; GONÇALVES, 2019).

Neste artigo consideramos a abordagem investigativa como importante saber docente, especificamente como conhecimento pedagógico de conteúdo. Em especial, entendemos que determinados saberes necessários para a docência de Ciências da Natureza, e de Química em específico, deveriam ser utilizados como abordagem pedagógica nas disciplinas de graduação dos cursos de formação docente. Nesse sentido, a abordagem investigativa poderia estar presente em disciplinas que apresentam os diversos saberes, inclusive sobre conhecimento de conteúdo (CK). Isso viabilizaria a aprendizagem desses saberes durante o curso, de forma implícita, já que alunos repetem o que viram seus professores fazerem.

De fato, apesar dos esforços já feitos na formação inicial docente em química, concordamos que:

“(c)omo limites da abordagem investigativa podemos colocar três fatores: professor, materiais e estudantes. Mas, se for sintetizar podemos chegar que **todas as limitações passam pelo processo de formação de professores de ciências**, das concepções de ciências, da natureza da ciência e de concepções

de ensino e aprendizagem. De certa forma **o processo de formação de professores se apresenta como o principal fator limitante** visto que, mesmo em escolas que tem laboratório de ciências bem equipados, são pouco ou quase nunca utilizados.” (WARTHA; LEMOS, 2016, p. 11., grifo nosso).

Nesse sentido, deve haver um esforço curricular na formação docente em química nas próprias disciplinas de química do curso, e não apenas nas disciplinas pedagógicas sobre Educação e Educação em Química, para que esta importante abordagem possa ser, de fato, utilizada por futuros professores de química. A literatura da área de Educação em Ciências apresenta diversos trabalhos na formação de professores de química com foco na abordagem investigativa. Em especial, destacamos a seguir trabalhos em que a abordagem investigativa é utilizada em disciplinas de conhecimento de conteúdo (CK) e de conhecimento pedagógico (CPK).

Abordagem investigativa em disciplinas de Química

Um dos principais fatores que limita o uso de abordagens investigativas na sala de aula de ciências no Brasil é justamente o fato de esse tema não ser incluído na formação inicial dos professores de forma consistente, para além da simples apresentação deste tema em uma disciplina específica de Educação em Química. Outros fatores apontados como limitantes para o uso da abordagem investigativa nas escolas de ensino básico são a resistência dos estudantes quanto ao uso deste método e ausência de infraestrutura (GUIDOTTI; HECKLER, 2018). Com a intenção de tornar a abordagem investigativa parte dos currículos da formação docente em química, diversos trabalhos da área de Educação em Química apontam esforços no sentido de integrar esses conhecimentos desde as primeiras disciplinas do curso.

Dindar, Bektaş e Çelik (2010) descrevem um trabalho com alunos de licenciatura em química em uma disciplina de laboratório de Química Geral. Os temas trabalhados na disciplina foram natureza particulada da matéria, gases, soluções, pressão de vapor, ponto de ebulição, equilíbrio

químico, ácido-base e eletroquímica. Os autores observam que todos os alunos apresentaram concepções alternativas sobre esses temas, especialmente sobre a natureza particulada da matéria, que acaba por dificultar o entendimento de todos os outros tópicos. Observam que se os licenciandos entenderem melhor natureza particulada da matéria, provavelmente desenvolverão melhor nível de conhecimento dos outros também. Apontam a aprendizagem baseada em problemas, um tipo de abordagem investigativa, para melhorar a aprendizagem destes tópicos de química.

Imaduddin e Hidayah (2019) descrevem os resultados obtidos com um grupo de licenciandos em química na disciplina de Laboratório de Química Geral II. Os autores descrevem a mudança da abordagem tradicional para a abordagem investigativa nesta disciplina e os resultados que obtiveram, considerando que a disciplina anterior (Laboratório de Química Geral I) foi ministrada em formato tradicional. No caso destes autores, a abordagem investigativa escolhida teve como foco as relações CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). Os temas trabalhados na disciplina foram propriedades coligativas, equilíbrio químico e solubilidade, ácido-base, produto de solubilidade e eletroquímica. Observam que as atividades laboratoriais são importantes em um curso de química porque se trata de uma ciência com forte base experimental. No entanto, os alunos podem acabar realizando as atividades laboratoriais apenas mecanicamente, sem refletir sobre as concepções associadas.

Esses autores enfatizam que as atividades investigativas devem estar presentes na formação de professores de química, uma vez que se trata da maneira que o conhecimento científico é elaborado. Observam que a abordagem investigativa pode ser implementada como método preferencial de ensino para licenciandos nas disciplinas de química do curso. Os resultados mostram que houve sensível melhora de aprendizagem por parte dos licenciandos sobre os temas abordados.

Irwanto, Rohaeti e Prodjosantoso (2018) descrevem os resultados da melhora no pensamento crítico de licenciandos em química em pesquisa

feita com alunos de Química Geral Experimental, Laboratório de Físico-química e Química Instrumental. Participaram da pesquisa 220 licenciandos em química de primeiro, segundo e terceiro anos destas disciplinas, em que utilizaram a abordagem investigativa com foco CTS. Os resultados mostraram que os alunos em estágio mais avançado do curso desenvolveram melhores níveis de pensamento crítico.

Rohaeti, Prodjosantoso e Irwanto (2020) apresentam os resultados obtidos com a aplicação de uma abordagem investigativa em disciplina de Química Geral para licenciandos em química. Os autores observam que a abordagem não-tradicional aumentou o interesse dos alunos nas aulas. Os temas abordados na disciplina foram velocidade das reações químicas, ácido-base e propriedades coligativas. No artigo, os autores descrevem que o objetivo foi verificar o desenvolvimento de atitude científica em grupos experimentais e controle com aulas teóricas (3 aulas semanais) e experimentais (1 aula semanal). Os dados mostraram que o grupo controle desenvolveu melhor atitude para com o conhecimento científico comparado ao grupo controle. Com isso, os autores concluem que as atividades investigativas melhoram a atitude de licenciandos para com o conhecimento científico.

Ozgun e Yilmaz (2018) descrevem os estilos de aprendizagem adotados por licenciandos em química na disciplina de Química Inorgânica. Os tópicos abordados na disciplina foram ligações químicas, metais de transição, compostos de coordenação, teoria de ligação de valência, teoria do orbital molecular, dentre outras, onde participaram 127 licenciandos. Apontam como resultado que quando licenciandos têm percepção positiva sobre a natureza dos ambientes de aprendizagem e estão trabalhando em ambientes de aprendizagem centrados no estudante, eles adotam preferencialmente estratégias de aprendizagem profunda. Nesse sentido, os autores recomendam abordagens de ensino centradas no aluno, dentre as quais as abordagens investigativas.

Yoon et al. (2014) apresentam resultados de pesquisa sobre a implementação da abordagem investigativa baseada em problemas (PBL)

em disciplina de Laboratório de Química Analítica. Os pesquisadores descrevem os resultados obtidos com 20 estudantes de licenciatura em química de segundo ano de curso, onde a abordagem investigativa mostrou ser uma estratégia que tem resultados positivos na habilidade de pensamento criativo dos licenciandos. Os autores observam que alunos se tornaram mais confiantes na resolução dos problemas e em trabalhos em grupo durante o progresso do semestre.

Esses autores apontam que a abordagem baseada em problemas é uma interessante estratégia pedagógica no ensino de química analítica, que incentiva a autoconfiança dos alunos. A estratégia pedagógica também possibilitou que os licenciandos passassem a utilizar estratégias auto-reguladas de aprendizagem, como organização, auto-avaliação, estabelecimento de metas e planejamento, busca de informações.

Azizoglu, Alkan e Geban (2006) descrevem as concepções de 59 alunos de licenciatura em química em uma disciplina teórica de Físico-Química. Os tópicos abordados na disciplina foram mudanças de estado físico, soluções, pressão de vapor, lei de Raoult, propriedades coligativas e diagrama de fases. Os autores observaram que os estudantes não tiveram dificuldades em resolver problemas numéricos e algorítmicos, mas apresentam dificuldade na resolução de problemas conceituais, que requerem pensamento crítico. Com isso, é necessário promover mudanças nos cursos de formação de professores de química, nos currículos de química e nos livros textos utilizados, para que os estudantes possam desenvolver pensamento crítico e aprendizagem conceitual. A seguir, descrevemos também disciplinas de Educação em Química em que a abordagem investigativa foi utilizada como base instrucional.

Abordagem investigativa em disciplinas de Educação em Química

Além de disciplinas em que são trabalhados conhecimentos de conteúdo (CK), como Química Geral, Química Inorgânica, Química Analítica e Físico-Química, a abordagem investigativa também pode ser

utilizada como método de instrução e como tema em disciplinas de conhecimento pedagógico de conteúdo (CPK). Adadan (2014) apresenta uma pesquisa sobre os conceitos apresentados por licenciandos em química em uma disciplina de 'Aplicações de laboratório de Química para o Ensino Médio'. O estudo realizado pelo autor se focalizou na relação entre conhecimentos da natureza particulada da matéria e tipos de soluções. Esse autor observa que concepções alternativas estão presentes em todos os níveis de ensino, inclusive no ensino superior.

Nesse trabalho, licenciandos participaram de atividades teóricas e laboratoriais sobre soluções utilizando a abordagem investigativa. Estudantes com altos ou baixos níveis de compreensão sobre a natureza particulada da matéria foram beneficiados com uma abordagem com múltiplas representações sobre os tipos de solução. No entanto, os que tinham melhor compreensão da natureza particulada da matéria obtiveram melhores resultados nas atividades propostas. Isso mostra que os conhecimentos científicos (CK) dos estudantes de licenciatura são importantes para sua formação e são de fundamental importância na elaboração de conhecimentos pedagógicos de conteúdo (CPK).

Aydin et al. (2009) realizaram uma pesquisa em uma disciplina de 'Experimentos laboratoriais na Educação em Ciências' voltada para licenciandos em química. Os tópicos abordados foram natureza particulada da matéria, gases, soluções, evaporação, taxa de reação, ácidos e bases, equilíbrio químico e eletroquímica. Os estudos mostraram que os estudantes têm concepções alternativas, mesmo tendo já completado os cursos sobre esses temas na grade curricular, uma vez que se encontravam no oitavo semestre de um curso de dez semestres. Os autores observam que o currículo de cursos superiores de química é muito pesado, de forma que alunos aprendem a fazer cálculos corretos sobre os temas, mas não a ter um entendimento conceitual sobre eles. A abordagem investigativa com mapas conceituais utilizada no curso resultou em melhora na compreensão do nível submicroscópico da química por parte dos estudantes.

Arsal (2017) descreve o desempenho de um grupo de alunos de licenciatura em ciências em uma disciplina de Psicologia Educacional no primeiro ano de curso. O grupo experimental, composto por 28 alunos, foi submetido a um semestre de atividades investigativas em aulas teóricas abordando aspectos pedagógicos no curso de licenciatura. O resultado mostrou que não houve diferença significativa entre o grupo experimental e o grupo controle quanto ao desenvolvimento de pensamento crítico.

Os autores admitem a inconsistência com os resultados geralmente obtidos literatura, que apontam melhoria no pensamento crítico dos alunos. As causas apontadas pelos autores para esse resultado diferente são importantes, uma vez que observam que procuraram ensinar o método investigativo de forma teórica, no início de um curso superior. Na literatura, os artigos que mostram melhoria no pensamento crítico dos alunos utilizaram o método investigativo como abordagem didática em disciplinas, de forma experimental e ao longo do curso.

Herranen et al. (2019) descrevem os resultados obtidos com licenciandos em química matriculados em uma disciplina optativa 'Ensino de Química com abordagem investigativa II' envolvendo estudo de caso e abordagem baseada em contexto. Neste caso, os licenciandos não haviam participado de nenhum curso com abordagem investigativa até esse momento do curso. Os licenciandos elaboraram uma proposta de atividade para alunos das séries finais do fundamental, que foram analisadas como parte dos dados apresentados. Os autores concluíram que os licenciandos entendem que abordagem investigativa (1) inclui um contexto, (2) é uma forma de ação, (3) é uma forma de pensamento e (4) inclui avaliação de informações e fontes e argumentação.

Apesar de os licenciandos sentirem dificuldade de explicar a abordagem investigativa de forma clara e direta, isso não foi um impedimento para a elaboração de propostas, de forma que a utilizaram de acordo com as concepções trabalhadas na disciplina. Os autores também observam que saber definir claramente e saber elaborar propostas com essas concepções podem ser duas coisas distintas.

Aydin-Gunbatar et al. (2018) descrevem os resultados obtidos em uma disciplina de ‘Aplicações de Ciências, Tecnologia, Engenharia e Matemática’ voltada para alunos do terceiro ano de licenciatura em química, de um curso de 5 anos. O foco da disciplina foi na utilização de métodos investigativos e baseados em problema (PBL) como parte importante da ciência, tecnologia, engenharia e matemática. As atividades do curso se focalizaram na resolução de problemas reais cotidianos em aplicações práticas. Os resultados mostraram que as atividades da disciplina ajudaram os licenciandos a se aprofundarem em conhecimentos de conteúdo. Os autores observaram que a abordagem investigativa é importante para a integração de disciplinas dessas áreas de conhecimento (ciências, tecnologia, engenharia e matemática). Apesar de ter sido o primeiro contato dos licenciandos com essa abordagem, nas entrevistas eles mencionaram a importância da abordagem investigativa e aprendizagem baseada em problemas.

Miranda e Marcondes (2015) descrevem os resultados obtidos com a aplicação de uma sequência didática por uma licencianda de química em atividades de estágio curricular supervisionado. As atividades aplicadas no ensino médio tiveram como tema a diluição de soluções. A sequência didática foi elaborada e aplicada com características investigativas, e os alunos se envolveram com as discussões e investigações. Os resultados apresentados mostram que a aplicação da sequência didática por parte da licencianda contribuiu com sua formação. Além disso, os dados obtidos também indicam que as atividades promoveram a alfabetização científica nos alunos de ensino médio que participaram das atividades, relacionados com os níveis investigativos alcançados nas aulas. As autoras observam que existe uma

“necessidade de mudanças nos cursos de formação inicial, de forma a permitir que os futuros professores tenham a oportunidade de elaborar, ministrar e avaliar propostas didáticas, relacionando os aspectos teóricos e práticos vistos durante a sua graduação” (MIRANDA; MARCONDES, 2015, p. 581).

Yeşiloğlu e Köseoğlu (2020) investigam os conceitos presentes nos planos de aula de licenciandos em química, a partir de dados obtidos na disciplina de ‘Experimentos Químicos na Educação Secundária em Ciências’. Os pesquisadores procuram compreender porque os licenciandos utilizam trabalhos práticos nos planos de aula. No momento da coleta de dados a maioria dos licenciandos já tinha concluído a disciplina de história e filosofia da ciência, mas não de estágio curricular supervisionado.

A partir da compreensão que trabalhos práticos são geralmente utilizados como ferramenta em abordagens investigativas de ciências, os licenciandos foram questionados especificamente sobre trabalho prático em aulas de química, abordagem investigativa, investigação científica e epistemologia da ciência. Como resultado, os autores observaram diversas concepções como motivo para a utilização de atividades práticas em química, como: (1) promover aprendizagem por descoberta; (2) para verificar as teorias científicas; (3) tornar concretas as teorias científicas de forma visual e (4) desenvolver nos alunos habilidades de pensamento científico. Observam que não se pode assumir que os alunos de licenciatura desenvolvam concepções apropriadas da natureza da ciência apenas providenciando engajamento em atividades investigativas.

Uzuntiryaki et al. (2010) apresentam um estudo sobre as crenças de licenciandos em química sobre construtivismo e práticas de ensino. Nesse estudo, os autores consideram a abordagem investigativa como parte da abordagem construtivista, já que ambas são centradas no estudante, uma vez que abordam conhecimentos prévios, conflito cognitivo e oportunidade de aplicação das novas ideias. Os autores coletaram seus dados com alunos de licenciatura em química em uma disciplina de ‘Prática de Ensino’ com elaboração e aplicação de projetos de estágio com planos de aula. Antes dessa disciplina, os licenciandos tiveram contato com diferentes temas em outras disciplinas, como aprendizagem cooperativa e abordagem investigativa para o ensino de química.

Como resultados, os autores observaram que os licenciandos não tinham fortes concepções sobre construtivismo e métodos investigativos, mas sim moderadas ou fracas, de maneira que suas crenças tendem a ser mais tradicionais e mecanicistas. Um dos fatores mais relevantes que afetou as crenças dos licenciandos foi a disciplina de 'Metodologias para o ensino'. Também observaram que as ações dos licenciandos em sala de aula na aplicação das atividades de estágio não estavam alinhadas com os elementos do construtivismo verificados nas entrevistas, pensar de, em alguns casos, as práticas coincidirem com as crenças declaradas. Além disso, licenciandos com fortes crenças sobre o construtivismo tiveram mais dificuldade de colocar suas propostas em prática, e tendiam a utilizar atividades mais tradicionais em seguida.

Considerações finais

Procuramos mostrar neste artigo a diversidade de disciplinas de conteúdos de Química e de Educação em Química em que a abordagem investigativa pode ser utilizada. Nesse sentido, queremos enfatizar que não basta apresentar o conteúdo da abordagem investigativa nas disciplinas específicas de formação docente em química. É necessário que esta abordagem seja utilizada nos cursos, nas disciplinas de química, para que os licenciandos tenham contato experiencial com essa abordagem.

É preciso que licenciandos em química participem de atividades de ensino em que haja espaço para atividades colaborativas, para que desenvolvam melhor conhecimento sobre como métodos investigativos de ensino funcionam. Eles precisam ter experiência, como alunos, em que o ensino investigativo tenha sido a principal abordagem. É necessário que os métodos de ensino do curso tenham o método investigativo como principal componente, para que licenciandos valorizem a investigação científica como prática, e não apenas como teoria.

Concordamos com Barrow (2006, p. 275, tradução nossa), quando afirma que é necessário

“prover oportunidades para os participantes estarem confortáveis em realizarem atividades investigativas por conta própria antes de ter a expectativa de implementarem atividades investigativas em suas aulas”.

Sem esse conhecimento como aluno, os licenciandos terão dificuldades como professores na implementação dessa abordagem. A implementação da abordagem investigativa de maneira ampla em cursos de licenciatura em química tem o potencial de superação da formação de professores baseada na racionalidade técnica (SCHNETZLER; ANTUNES-SOUZA, 2019).

A abordagem investigativa tem o potencial de promover a prática reflexiva (SILVA; COSTA, 2019) nos cursos de formação inicial, que é uma necessidade nos cursos de licenciatura nas diversas áreas de ciências da natureza e exatas. É necessário que haja um esforço coletivo das disciplinas de Educação, Educação em Química e Química dos cursos de licenciatura para promover uma formação docente com habilidade de planejar e executar atividades investigativas.

Referências

- ADADAN, Emine. Investigating the influence of pre-service chemistry teachers' understanding of the particle nature of matter on their conceptual understanding of solution chemistry. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 15, n. 2, p. 219-238, 2014.
- ANDRADE, Guilherme Trópia Barreto de. PERCURSOS HISTÓRICOS DE ENSINAR CIÊNCIAS ATRAVÉS DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.** (Belo Horizonte), Belo Horizonte , v. 13, n. 1, p. 121-138, Apr. 2011.
- ARSAL, Zeki. The impact of inquiry-based learning on the critical thinking dispositions of pre-service science teachers. **International Journal of Science Education**, v. 39, n. 10, p. 1326-1338, 2017.
- AYDIN, Sevgi; AYDEMIR, Nurdane; BOZ, Yezdan; CETIN-DINDAR Ayla; BEKTAS, Oktay. The contribution of constructivist instruction accompanied by concept mapping in

- enhancing pre-service chemistry teachers' conceptual understanding of chemistry in the laboratory course. **Journal of Science Education and Technology**, v. 18, n. 6, p. 518-534, 2009.
- AYDIN-GUNBATAR, Sevgi; TARKIN-CELIKIRAN, Aysegul; KUTUCU, Elif Selcan; EKISKIRAN, Betul. The influence of a design-based elective STEM course on pre-service chemistry teachers' content knowledge, STEM conceptions, and engineering views. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 19, n. 3, p. 954-972, 2018.
- AZIZOGLU, Nursen; ALKAN, Mahir; GEBAN, Ömer. Undergraduate pre-service teachers' understandings and misconceptions of phase equilibrium. **Journal of Chemical Education**, v. 83, n. 6, p. 947, 2006.
- DEWEY, John. **Experiência e natureza: Lógica: a teoria da investigação: A arte como experiência: Vida e educação: Teoria da vida moral**. São Paulo: Abril Cultural, 1980.
- DINDAR, Ayla C.; BEKTAŞ, Oktay; ÇELİK, Ayşe Y. What are the Pre-service Chemistry Teachers' Explanations on Chemistry Topics? **The International Journal of Research in Teacher Education**, v. 1, n. 3, p. 32-41, 2010.
- GIORDAN, Marcelo; GUIMARÃES, Yara AF; MASSI, Luciana. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, p. 1-13, 2011.
- GROSSI, Márcia Gorette Ribeiro; GROSSI, Vítor Gabriel Ribeiro; SOUZA, João Rodolfo L. Miranda; SANTOS, Eliene Diniz. Uma reflexão sobre a neurociência e os padrões de aprendizagem: A importância de perceber as diferenças. **Debates em Educação**, v. 6, n. 12, p. 93, 2014.
- GUIDOTTI, Charles dos Santos; HECKLER, Valmir. Inquiry-based approaches in science and mathematics teacher education: an analysis of studies published in Brazil. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 20, 2018.
- HERRANEN, Jaana; KOUSA, Päivi; FOOLADI, Erik; AKSELA, Maija. Inquiry as a context-based practice—a case study of pre-service teachers' beliefs and implementation of inquiry in context-based science teaching. **International Journal of Science Education**, v. 41, n. 14, p. 1977-1998, 2019.

- IMADUDDIN, Muhamad; HIDAYAH, Fitria Fatichatul. Redesigning Laboratories for Pre-service Chemistry Teachers: From Cookbook Experiments to Inquiry-Based Science, Environment, Technology, and Society Approach. **Journal of Turkish Science Education**, v. 16, n. 4, p. 489-507, 2019.
- IRWANTO, Irwanto; ROHAETI, Eli; PRODJOSANTOSO, A. K. A SURVEY ANALYSIS OF PRE-SERVICE CHEMISTRY TEACHERS' CRITICAL THINKING SKILLS. **MIER Journal of Educational Studies, Trends and Practices**, v. 8, n. 1, 2018.
- MIRANDA, Mayara de Souza; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro; SUART, Rita de Cássia. Promovendo a alfabetização científica por meio de ensino investigativo no ensino médio de química: contribuições para a formação inicial docente. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 17, n. 3, p. 555-583, 2015.
- OZGUR, Sinem Dincol; YILMAZ, Ayhan. An Investigation of Pre-Service Chemistry Teachers' Learning Approaches and Inorganic Chemistry Achievements. **European Journal of Educational Research**, v. 7, n. 3, p. 731-738, 2018.
- RIBEIRO, Marcel Thiago Damasceno; GONÇALVES, Terezinha Valim Oliver. OS SABERES CIENTÍFICOS E PEDAGÓGICOS DO CONTEÚDO DE ÁCIDOS E BASES NA EDUCAÇÃO BÁSICA. **Revista Areté: Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 12, n. 25, p. 136-155, 2019.
- RUSSELL, Stuart Jonathan; NORVIG, Peter. **Inteligência artificial**. São Paulo: Elsevier, 2013.
- SCHNETZLER, Roseli P.; ANTUNES-SOUZA, Thiago. Proposições didáticas para o formador químico: a importância do triplete químico, da linguagem e da experimentação investigativa na formação docente em Química. **Química Nova**, v. 42, n. 8, p. 947-954, 2019.
- SILVA, Denise Knorst; COSTA, David Antonio. Abordagem Investigativa em Aulas de Matemática: Princípios Balizadores para Ações de Formação de Professores. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 12, n. 28, p. 272-291, 2019.
- SOLINO, A. P.; GEHLEN, S. T. Abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação: possíveis relações epistemológicas e pedagógicas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 19 (1), pp. 141-162, 2014.

UZUNTIRYAKI, Esen; BOZ, Yezdan; KIBULUT, Demet; BEKTAS, Oktay. Do pre-service chemistry teachers reflect their beliefs about constructivism in their teaching practices? **Research in Science Education**, v. 40, n. 3, p. 403-424, 2010.

WARTHA, Edson José; LEMOS, Marcos Mendonça. Abordagens investigativas no ensino de Química: limites e possibilidades. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 12, n. 24, p. 5-13, 2016.

YEŞILOĞLU, Sevinç Nihal; KÖSEOĞLU, Fitnat. Epistemological problems underlying pre-service chemistry teachers' aims to use practical work in school science. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 21, n. 1, p. 154-167, 2020.

YOON, Heojeong; WOO, Ae Ja; TREAGUST, David; CHANDRASEGARAN, Al. The efficacy of problem-based learning in an analytical laboratory course for pre-service chemistry teachers. **International Journal of Science Education**, v. 36, n. 1, p. 79-102, 2014.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

Índice remissivo

- alfabetização científica, 216, 319, 320, 329, 334
- Análise Textual Discursiva, 123, 274
- animações, 86, 89, 93, 97, 99, 102, 103, 320
- apropriação*, 49, 82, 108, 120, 121, 123, 125, 128, 130, 134, 135, 136, 247, 257, 258, 260, 261
- atividades gamificadas, 168, 169
- autoconfiança, 154, 157, 158, 159, 194, 326
- autonomia, 90, 92, 104, 108, 155, 156, 157, 158, 159, 163, 171, 177, 179, 181, 182, 194, 195, 196, 199, 204, 220, 223, 224, 226, 230, 231, 232, 233, 236, 253, 254, 255, 279, 299
- Base Nacional Comum Curricular, 86, 87
- Bildung*, 292, 294, 296, 313, 317
- BNCC, 86, 87, 90
- categorização, 63, 113, 123, 165, 307
- ciclo de aprendizagem expansiva, 30
- cidadania, 162, 217, 273
- Ciência, 47, 48, 50, 81, 85, 106, 108, 136, 137, 138, 141, 147, 154, 157, 159, 160, 216, 217, 233, 234, 236, 238, 265, 320, 324
- Ciências da Natureza, 12, 14, 59, 75, 80, 87, 88, 105, 216, 234, 241, 322
- competência, 162, 171, 179, 183, 198, 199, 219, 220, 222, 223, 224, 226, 230, 231, 233, 236, 253, 255, 270, 276, 290, 296, 303
- Competências Profissionais*, 270
- comportamento, 41, 103, 107, 108, 113, 114, 124, 138, 158, 168, 178, 180, 181, 183, 184, 185, 186, 191, 192, 194, 195, 196, 197, 198, 200, 201, 210, 224, 226, 231, 244, 249, 250, 254, 256
- conformidade, 164, 173, 181, 183, 190, 194, 195, 200, 225
- conhecimento de conteúdo, 321, 322, 323
- conhecimento pedagógico de conteúdo, 321, 322, 326

construção de conhecimentos científicos, 159

conteúdos atitudinais, 96

conteúdos conceituais, 96, 150

conteúdos factuais, 95

conteúdos procedimentais, 96

continuum de motivação, 227

contradições, 28

currículo, 17, 61, 63, 68, 75, 86, 87, 96, 106, 171, 268, 271, 272, 274, 276, 280, 281, 282, 283, 284, 288, 290, 291, 292, 293, 294, 296, 298, 306, 308, 310, 314, 316, 327

Currículo Integrado, 267, 275, 279, 280

currículo paulista, 86

currículo prescrito, 272, 284

desafios, 13, 35, 79, 90, 96, 155, 167, 168, 171, 187, 188, 189, 196, 199, 200, 220, 221, 223, 237, 240, 318

desenvolvimento cognitivo, 146, 155, 158, 159, 179, 219, 221

desmotivação, 73, 227

didática específica, 297

DIDATIZAÇÃO LÚDICA, 162

disciplinaridade, 276, 284

disciplinas de graduação, 321, 322

docente, 14, 15, 32, 35, 36, 40, 41, 47, 49, 53, 54, 56, 57, 58, 62, 68, 70, 72, 75, 77, 84, 88, 104, 106, 157, 162, 164, 202, 218, 219, 221, 222, 223, 224, 226, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 239, 241, 258, 265, 284, 321, 322, 334

domínio, 67, 108, 111, 120, 121, 123, 125, 128, 135, 136, 195, 196, 199, 223, 247, 257, 258, 259, 260, 261, 296

Duolingo, 168

Educação em ciências, 9

Educação Integral, 95

educação química, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 296, 305, 306, 316

elaboração de significados, 16, 108, 119, 123, 261

engajamento, 24, 92, 163, 168, 173, 175, 176, 196, 197, 199, 200, 201, 202, 207, 214, 231, 232, 254, 330

- ENPEC, 15, 58, 59, 61, 63, 241, 263, 316
- Ensino de Ciências, 16, 19, 48, 49, 50, 53, 54, 56, 58, 63, 76, 85, 137, 140, 160, 161, 205, 232, 235, 236, 254, 263, 267, 283, 287, 334
- ensino de Física, 78, 86, 89, 90, 91, 97, 102, 105, 213, 214
- Epistemologia, 306, 309
- Equação de Estado dos Gases Ideais, 107
- estado de fluxo, 177, 188, 190, 191
- experiências lúdicas, 167
- experimentação, 61, 69, 79, 80, 140, 141, 142, 143, 147, 148, 155, 232, 320, 334
- experimentos demonstrativos, 142
- fazer ciências, 140
- feedbacks*, 222, 223, 231
- ferramentas culturais, 108, 119, 120, 121, 123, 125, 128, 130, 136, 246, 247, 248, 250, 251, 257, 258, 259, 260, 261, 262
- Filosofia, 14, 17, 263, 266, 289, 293, 306, 308, 311, 313, 314, 318, 320
- filosofia da educação química, 289, 290, 291, 305, 314, 315
- filosofia da química**, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 300, 305, 306, 307, 308, 309, 315, 316
- filosofia intercultural, 308, 315
- Física*, 15, 70, 81, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 102, 103, 106, 108, 114, 115, 122, 137, 138, 149, 156, 160, 205, 211, 214, 216, 242, 276, 277, 321
- formação articuladora*, 276
- formação continuada, 21, 60, 62, 66, 70, 71, 80, 286
- formação de professores, 15, 21, 23, 52, 60, 321, 322, 323, 332
- formação docente, 14, 15, 16, 17, 18, 59, 60, 61, 65, 78, 321, 322, 323, 331, 332, 334
- Formação Docente**, 9, 14, 48
- formação inicial, 10, 11, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 32, 46, 47, 50, 54, 55, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 69, 70, 75, 78, 80, 81, 82, 218, 267, 268, 269, 270, 273, 274, 280, 284, 286, 287, 316, 321, 322, 323, 329, 332, 334
- formação integradora*, 276
- formação permanente, 60
- fragmentação, 267, 268

Gametize, 170

GAMIFICAÇÃO, 162, 173, 178, 197

gamificação analógica, 170, 171, 172, 202

gamificação digital, 170, 171, 172, 202

gamificação significativa, 171

Gases Ideais, 108, 110, 122, 138

GeoGebra, 114, 116, 117, 122, 128, 130, 137

Guia de Transição, 88, 89

habilidades procedimentais, 154, 155, 158

hipótese, 11, 110, 152, 291

hipóteses, 123, 141, 143, 147, 150, 152, 155, 283, 310, 319, 320

instrumentos, 25, 27, 29, 31, 34, 40, 52, 58, 59, 70, 119, 136, 140, 144, 145, 146, 147, 218, 224, 232, 234, 236, 247, 282, 297, 307, 310

Integração, 162, 181, 268, 270, 280, 281, 286, 316

Integração dos Saberes, 268

interação social, 16, 112, 144, 148, 151, 155, 158, 159, 177, 180

INTERAÇÃO SOCIAL, 144

Interdisciplinaridade, 268, 275, 280, 282, 286, 287, 288

internalização, 17, 120, 121, 130, 136, 144, 158, 159, 180, 181, 183, 228, 240, 243, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 256, 257, 259, 260, 261, 262

investigação, 25, 32, 33, 59, 83, 109, 114, 121, 136, 141, 143, 150, 159, 160, 204, 232, 287, 290, 292, 293, 296, 305, 308, 312, 313, 314, 319, 320, 330, 331, 333, 334

investigativaS, 332

investigativo, 147, 157, 159, 160, 212, 280, 319, 328, 331, 334

JOGO, 162

Kahoot, 170, 205

Khan Academy, 171

Lembrança Estimulada por Vídeo, 36

linguagem, 19, 51, 56, 86, 92, 116, 144, 145, 146, 147, 148, 151, 155, 161, 218, 233, 246, 266, 291, 292, 293, 294, 301, 307, 308, 313, 334

mediação, 19, 25, 26, 99, 112, 113, 119, 144, 145, 146, 147, 148, 150, 151, 154, 246, 310

- Método de Marx, 28
- Metodologias Ativas, 90, 91, 163
- Modelo Topológico de Ensino, 19, 24, 36, 46
- motivação, 15, 16, 17, 73, 89, 92, 143, 153, 155, 157, 163, 168, 171, 173, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 186, 187, 191, 194, 195, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 207, 212, 214, 218, 219, 222, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265
- motivação extrínseca, 180, 197, 198, 228, 229, 231, 256, 260
- motivação intrínseca, 171, 180, 182, 183, 199, 200, 229, 231, 241, 255, 262
- Motivação Intrínseca, 230
- motivacional, 16, 166, 180, 205, 230, 233, 234, 236, 265
- Movimento Parabólico, 93, 102
- MTE, 19, 20, 22, 32, 33, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 45, 47, 48
- necessidades psicológicas, 16, 178, 179, 219, 220, 224, 226, 230, 231, 232, 233, 236, 255
- Objeto Digital de Aprendizagem, 102
- pertencimento, 179, 192, 220, 224, 225, 226, 230, 233, 236, 253, 255
- pesquisa documental, 59
- PhET, 89, 114, 115, 122, 128, 130, 137
- planejamento, 15, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 64, 67, 68, 73, 76, 147, 151, 153, 154, 177, 219, 233, 242, 253, 258, 264, 319, 326
- plano interpsicológico, 128, 130, 132, 133, 135, 136
- plano intrapsicológico, 128, 130, 133, 135, 136
- Plickers, 170
- pluralismo, 290, 291, 294, 297, 305, 306, 307, 308, 309, 311, 315
- Pluridisciplinaridade, 268
- prática reflexiva, 320, 332
- proatividade, 157
- produção, 15, 19, 20, 21, 22, 30, 34, 35, 36, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 55, 57, 58, 63, 66, 72, 75, 85, 86, 89, 95, 106, 233, 268, 274, 295, 297, 300
- professores, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 21, 23, 24, 32, 35, 41, 43, 46, 47, 48, 50, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 81,

82, 83, 88, 90, 92, 94, 108, 111, 135, 143, 146, 157, 159, 164, 202, 218, 228, 235, 236, 237, 238, 240, 241, 243, 263, 264, 265, 267, 268, 269, 270, 272, 273, 274, 277, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 292, 295, 296, 299, 301, 306, 315, 318, 321, 322, 323, 324, 326, 329, 332

Propriedades dos Gases, 114, 128, 130

protagonista, 62, 86, 91, 177

Psicologia Social, 224

Queda Livre, 93, 102

química, 15, 17, 47, 50, 66, 81, 140, 160, 161, 205, 222, 237, 241, 242, 243, 265, 278, 287, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 318, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 334

Química, 16, 17, 19, 20, 21, 22, 32, 34, 35, 38, 40, 43, 46, 47, 48, 49, 50, 55, 66, 67, 76, 79, 81, 83, 106, 108, 114, 115, 135, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 155, 156, 158, 159, 160, 162, 216, 220, 222, 228, 230, 234, 237, 238, 239, 240, 242, 263, 265, 267, 268, 270, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 289, 290, 291, 295, 307, 313, 314, 315, 317, 322, 323, 324, 325, 326, 328, 331, 332, 334, 335

Quizizz, 171

racionalidade técnica, 14, 320, 321, 332

recompensas, 165, 166, 167, 168, 171, 173, 176, 180, 182, 194, 195, 198, 199, 200, 227, 228, 256

reducionismo, 293, 294, 297, 302, 305

reducionistas, 300

reflexão, 10, 18, 23, 24, 31, 34, 35, 36, 42, 49, 50, 54, 62, 65, 89, 113, 141, 142, 143, 148, 154, 155, 157, 179, 196, 232, 238, 241, 252, 253, 281, 290, 314, 320, 333

regras, 27, 39, 40, 114, 167, 169, 179, 187, 223, 301

regulação externa, 180, 228, 256, 260, 261

regulação identificada, 180, 181, 228, 229, 231, 261

regulação integrada, 180, 181, 228, 229, 231, 256, 260

regulação introjetada, 180, 181, 228

relacionista, 306, 311, 315

resolução de problemas, 22, 29, 32, 86, 91, 96, 143, 145, 148, 155, 163, 167, 301, 319, 326, 329

saberes curriculares, 57, 67, 70

- saberes da formação profissional, 56, 57, 69, 72
- saberes disciplinares, 56, 57, 60, 65, 272
- saberes docentes, 15, 57, 58, 60, 61, 63, 75, 78, 322
- saberes experienciais, 57, 72, 74
- Sala de Aula Invertida, 91
- São Paulo faz escola, 87
- Scratch, 86, 88, 90, 92, 93, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103
- Seppo, 171
- Sequência Didática, 48, 86, 94, 99
- sequências didáticas, 15, 19, 21, 46, 49, 85, 101, 102, 103, 333
- signos, 96, 119, 144, 145, 147, 160, 246, 297
- simulações, 86, 89, 93, 96, 102, 103, 105, 113, 114, 115, 320
- síntese**, 10, 61, 63, 74, 75, 91, 97, 128, 158, 183, 186, 223, 254, 256, 257, 295, 297, 298, 314
- Sistema de Atividade, 27
- situações-problema, 122, 284
- sociocultural, 17, 119, 124, 137, 138, 139, 244, 245, 248, 249, 251, 257, 259, 262
- softwares* educacionais, 112, 114
- submicroscópico, 129, 327
- superação das contradições, 28
- TDIC, 88
- TDICs, 85, 86, 88, 90, 97
- Tecnologias de Informação e Comunicação, 107
- Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação, 85, 88
- Teoria Cinética dos Gases, 107, 130, 132, 133
- Teoria da Ação Fundamentada, 183, 184, 186
- Teoria da Ação Mediada, 17, 19, 22, 33, 119, 123, 124, 125, 246, 257
- Teoria da Ação Racional, 183
- Teoria da Aprendizagem Expansiva, 15, 19, 22, 25, 27, 46
- Teoria da Atividade, 19, 21, 22, 25, 26, 33, 249
- teoria da Autodeterminação, 219, 226, 233

Teoria da Autodeterminação, 178, 180, 183, 195, 200, 207, 219, 227, 230, 235, 236, 256, 257

Teoria da Avaliação Cognitiva, 182

Teoria da Integração Organísmica, 181

Teoria das Hierarquias das Necessidades, 191

Teoria das Orientações da Causalidade, 182

Teoria de *Drive*, 194

Teoria de *Flow*, 187

Teoria do Conteúdo Objetivo, 183

teorias interacionistas, 112

TIC, 88, 104, 107, 108, 110, 111, 136, 205

Tipologias, 251

trabalhos em grupos, 159

transformação isobárica, 110, 129

transformação isotérmica, 109, 117

transformação isovolumétrica, 110, 127, 128, 131

unitarização, 123

videogames, 166

Vigotski, 245, 246, 247, 249

visões distorcidas sobre a Ciência, 141

Vygotsky, 19, 25, 26, 119, 138, 144, 145, 146, 148, 149, 154, 158, 159

Wertsch, 19, 119, 120, 121, 130, 138, 246, 247, 248, 257, 258, 260

Wittgenstein, 247

Worclap, 171

ZDP, 30, 32, 119, 146, 147, 148, 158

Zona de Desenvolvimento Proximal, 119, 146

A Editora Fi é especializada na editoração, publicação e divulgação de pesquisa acadêmica/científica das humanidades, sob acesso aberto, produzida em parceria das mais diversas instituições de ensino superior no Brasil. Conheça nosso catálogo e siga as páginas oficiais nas principais redes sociais para acompanhar novos lançamentos e eventos.



www.editorafi.org
contato@editorafi.org