

PRÁTICAS EDUCATIVAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS

*Maria Bernadete Pinto dos Santos
Florence Moellmann Cordeiro de Farias
Joana Guilares de Aguiar
(Orgs.)*

PRÁTICAS EDUCATIVAS EM
ENSINO DE CIÊNCIAS

COMITÊ CIENTÍFICO

FERNANDA AZEVEDO VENEU
INSTITUTO FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – IFRJ

JOAQUIM MENDES DA SILVA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ

KLEYFTON SOARES DA SILVA
INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS – IFAL

LUCIA DA CRUZ DE ALMEIDA
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE – UFF

MARCELO BORGES ROCHA
CEFET/RIO DE JANEIRO

MARIA CONSUELO ALVES LIMA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO – UFMA

MARIA GORETTI ANDRADE RODRIGUES
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE – UFF

MARIA LUISA FURLIN BAMPI
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – UERJ
MAURA VENTURA CHINELLI
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE – UFF

PATRICIA FERNANDES LOOTENS MACHADO
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB

PEDRO IVO CANESSO GUIMARÃES
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – UERJ

PEDRO MIGUEL MARQUES DA COSTA
PÓS-GRADUAÇÃO CEFET/RIO DE JANEIRO

RAFAEL FERREIRA DA SILVA
UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE – UFF

RONISE RIBEIRO CORRÊA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA – UEL

ROZANA GOMES DE ABREU
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – UFRJ



Associação Brasileira
das Editoras Universitárias

Maria Bernadete Pinto dos Santos
Florence Moellmann Cordeiro de Farias
Joana Guilaes de Aguiar
(Orgs.)

PRÁTICAS EDUCATIVAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS



ARGOS
Editora da UnoChapecó

Chapecó, 2022



Reitor
Antônio Claudio Lucas da Nóbrega

Vice-Reitor
Fabio Barboza Passos

Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação
Andrea Brito Latge

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza
Rose Mary Latini Cova

Diretora de Pesquisa e Pós-Graduação *Stricto Sensu* e professora da Unochapecó:
Vanessa da Silva Corralo

Este livro ou parte dele não podem ser reproduzidos por qualquer meio sem autorização escrita do Editor.

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)

P912 Práticas educativas em ensino de Ciências [recurso eletrônico] / orgs. Maria Bernadete Pinto dos Santos, Florence Moellmann Cordeiro de Farias e Joana Guilaes de Aguiar. – Chapecó : ARGOS ; [Rio de Janeiro : MC&G : UFF] , 2022. – 4,58 kb. : il.
Dados eletrônicos (pdf).

Contém bibliografia
ISBN: 978-65-89369-21-9

1. Ciências - Estudo e ensino. 2. Professores de ciências - Formação. 3. Prática de ensino.
I. Santos, Maria Bernadete Pinto dos. II. Farias, Florence Moellmann Cordeiro de. III. Aguiar, Joana Guilaes de. IV. Título.

CDD22 : 372.35

Elaborado por: Priscila Pena Machado CRB-7 / 6971

Todos os direitos reservados à Argos Editora da Unochapecó

Servidão Anjo da Guarda, 295-D – Bairro Efapi – Chapecó (SC) – 89809-900
(49) 3321 8218 – argos@unochapeco.edu.br – www.unochapeco.edu.br/argos

Coordenadora: Rosane Natalina Meneghetti



Conselho Editorial

Titulares: Clodoaldo Antônio de Sá (presidente), Cristian Bau Dal Magro (vice-presidente), Rosane Natalina Meneghetti, Andréa de Almeida Leite Marocco, Cleunice Zanella, Hilario Junior dos Santos, Vanessa da Silva Corralo, Rodrigo Barichello, André Luiz Onghero, Circe Mara Marques, Gustavo Lopes Colpani, Odisséia Aparecida Paludo Fontana, Andrea Díaz Genis (Uruguai), José Mario Méndez Méndez (Costa Rica), Suelen Carls (Alemanha).
Suplentes: Maria Assunta Busato, Rodrigo Oliveira de Oliveira, Josiane Maria Muneron de Mello, Reginaldo Pereira, Idir Canzi, Márcia Luiza Pit Dal Magro.

Agradecimentos

Organizar esta coletânea foi uma tarefa singular para todas nós. Ver sua finalização e o produto pronto foram motivos de muito orgulho. No entanto, este orgulho não é o de ostentação, mas de percepção de um fazer junto com as colaborações, sem as quais nada seria possível. Por isso, expressamos os nossos agradecimentos,

À professora Andrea Brito Latge, Pró-Reitora de Pós-Graduação, Pesquisa e Inovação da Universidade Federal Fluminense (PROPPI) o apoio na editoração do *ebook*;

À professora Rose Mary Latini Cova, coordenadora do PPECN, por seu inestimável auxílio nas interlocuções com a PROPPI e, a confiança de delegar-nos a tarefa de organização deste *ebook*.

Aos pareceristas *ad hoc*, que gentilmente aceitaram a tarefa de avaliação, duplo cego, dos capítulos do *ebook*.

Ao colega Jorge Messeder, docente do Programa PPECN, por sua mediação junto ao professor Attico Chassot no convite para elaboração do Prefácio;

A todas e todos que participaram direta ou indiretamente das pesquisas que culminaram nas interessantes propostas às quais este *ebook* coleciona e divulga.

Sumário

| clique no título para acessar o artigo |

Prefácio

Alfabetização científica: um direito universal que se faz uma questão moral

Attico Chassot

Apresentação

Maria Bernadete Pinto dos Santos | Florence Moellmann Cordeiro de Farias |

Joana Guilares de Aguiar (Orgs.)

1 Práticas de Ensino de Ciências: diálogos entre a educação CTS e a pedagogia freireana

Márcia Cristina Soares de Moura Victorin |

Rose Mary Latini

2 Elaboração e aplicação de uma sequência didática para o estudo das funções orgânicas com enfoque CTSA

Ejane Dusek de Novaes Monteiro | Marcia Narcizo Borges

3 Análise da inserção CTSA em um livro didático do Ensino Médio sobre o tema eletroquímica

Bárbara Mulè Gonçalves | Joana Guilares de Aguiar

4 Sequência didática com uma abordagem transdisciplinar e ancorada na história da radioatividade

Fellipe Fernandes Rabelo da Silva | Florence Moellmann Cordeiro de Farias

5 Esquemas colaborativos em Ensino de Física e Matemática

*Augusto Cesar de Castro Barbosa | Cláudia Ferreira Reis Concordido |
Marcus Vinicius Tovar Costa*

6 “Água e a vida no planeta” - uma oficina temática e a formação docente

Eluzir Pedrazzi Chacon | Ana Beatriz da Silva Jovêncio Martins

7 Mapas conceituais e colaboração: articulações teórico-práticas no Ensino de Ciências

Joana Guilares de Aguiar | Raíssa dos Santos Ballego | Paulo Rogério Miranda Correia

8 Mapas conceituais e a modelização a partir de Bunge um estudo no Ensino de Física

Kátia Calligaris Rodrigues | Leonardo Ferreira Rufino | Thathawanna Tenório Aires

9 Nós temos uma ponte: coletividade para elaboração do livro “No mundo de Berta”

Valéria da Silva Lima | Maylta Brandão dos Anjos | Giselle Rôças

10 Inclusão digital, as TIC e o Ensino de Ciências/Física: pandemia, desafios e soluções

Aline Miguelis Falcão Magalhães | Isa Costa

11 “Turma da interação – um trabalho de química”, elaboração de uma HQ eletrônica sobre funções orgânicas para o Ensino Médio

Valfrido Monteiro de Carvalho Junior | Carlos Magno Rocha Ribeiro

12 Dr. Stone e Ensino de Química: uma análise semiótica entre o animê e o mangá

Juliana Domingos da Silva | Waldmir Nascimento de Araujo Neto

13 Ensino de Química no Ensino Médio e as contribuições da teoria histórico-cultural de Vigotski nos anais do ENEQ

*Maria Bernadete Pinto dos Santos | Luiza Rodrigues de Oliveira |
Rose Mary Latini | Valmir Cândido Sbrano*

Sobre os autores e organizadores

Prefácio

Alfabetização científica: um direito universal que se faz uma questão moral

Estou, uma vez mais, numa situação singular: de vez em vez, especialmente neste período pandêmico, tenho recebido de maneira continuada convites de colegas pedindo que eu escreva um prefácio (mais raramente um posfácio), a livros que ora são produções individuais, ora coletivas. Aceito distinguido as petições. Tenho-as como lócus férteis para disseminação de fazer Educação nas Ciências.

De maneira mais usual não tenho argumentos para declinar pedidos, especialmente em situações como a desse livro (com o qual agora a leitora ou o leitor se abebera para dialogar acerca do ensino das Ciências) que tem um mediano. O Jorge Messeder – fez da petição algo irrecusável – é um dos meus mais queridos amigos na comunidade acadêmica. Lateralmente, parece oportuno referir algo que se adensou de maneira significativa nestes quase dois anos de reclusão. Temos pelo menos duas definidas comunidades virtuais: a familiar e a acadêmica. Uma e outra podem ter subgrupos. Em uma, transitamos com cuidados especiais: tem um tio bolsonarista ou um cunhado que é simpático a piadinhas homofóbicas e não admite que não tenhamos uma risada alargada a suas torpes narrativas. Em outro grupo, vez ou outra saímos pela tangente para não entrar em discussões que exigem um capital cultural que não dominamos ou não simpatizamos.

Mas retorno às considerações acerca do preludiar. Mesmo que dirigidos a uma mesma área específica do conhecimento (ensino de ciências), os livros vindos a prefaciar são muito díspares. Há os de um só autor. Estes usualmente densos, reflexivos e inovadores. Hoje estão mais em voga livros organizados. Estes

podem ser divididos em pelo menos em dois modelos: aqueles produtos de estudos de grupo(s) de pesquisa que ameaham, em um volume, saberes produzidos em capítulos, sendo que distintos autores se posicionam acerca do tema central do livro. Há, por ora, outro modismo: um professor decreta, no primeiro dia de aula do semestre, que cada doutorando ou mestrando será avaliado no final do semestre por artigo, que deve se transformar em capítulo de livro. A proposta parece válida no final de um doutorado ou de um mestrado. Quando isso ocorre no primeiro semestre de um mestrado, e ainda com a mesma proposta aplicada por docentes de três disciplinas distintas (que se fazem coautores em cada dos artigos), é provável que teremos livros de qualidade discutível e muito provavelmente haverá neo-mestrandos portadores da Síndrome de Burnout¹ e o Lattes de uma leva de “pesquisadores” estará mais engo(r)dado.

É quase um senso comum: ora se escreve (e/ou se copia) muito mais que dantes e se lê cada vez menos. Para esta cada vez menor leitura de livros conspira – além de uma ampla fartura de outros artefatos culturais, como podcast e assemelhados – livros exclusivos em suporte eletrônico. Não quero ser acusado inimigo das árvores que as deseje ver transformadas em papel para com eles fazer livros. Talvez, o meu dito senso comum, esteja laborando em equívocos. Asseguro, outrossim, que os comentários antes expedidos são genéricos e não incluem, necessariamente, livro que me envolvesse no prefaciá-lo. Qualquer semelhança de personagens ou livros é mera coincidência.

É natural que me inquiram porque um colega ou um grupo de colegas me convida para preludiar um livro. Certamente não há expectativa que eu vá catapultar a obra à estratosfera, aumentando o índice de citação dos autores. Nem me

1 Síndrome de Burnout ou Síndrome do Esgotamento Profissional é um distúrbio emocional com sintomas de exaustão extrema, estresse e esgotamento físico resultante de situações de trabalho desgastante, que demandam muita competitividade ou responsabilidade.

permito referir que autores nutram expectativas que prefácio possa catalisar uma mais exitosa vendagem, pois parece que se compra cada vez menos livros.

Também parece que não se espera que se faça minuciosa descrição do *Práticas educativas em ensino de ciências*, pois o sumário e as páginas iniciais fazem isso. Conhecemos algo do livro quando se faz extensa nominação do Comitê Científico com a vinculação acadêmica dos membros. Também é desnecessário que refira os títulos dos 13 capítulos; dada um deles de per si (não me recordo de já ter usado esta preposição que referíamos no ensino fundamental quando éramos sabatinados: cite as preposições que começam com a letra pê? para/per/perante/por! papagaiávamos com pretensa erudição) trazem instigante curiosidade quando conhecemos os títulos de cada um dos 13 capítulos. Também não cabe comentar o excerto que refere mais de duas dezenas de autores e sua afiliação acadêmica. Destes conheço alguns; há quem já citei em meus textos. Gostei: de ver desconhecida a maioria. Isso confere prognóstico alentador pois sabemos que há muitos jovens educadores que se envolvem no tecer diálogos da Educação com a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade. Eles diretamente se contrapõem àquele certo capitão ensandecido que quer saquear de Paulo Freire o título de patrono da Educação brasileira. Sempre me surpreende quando sei que isto já era plano de governo quando registrou o programa para se candidatar na justiça eleitoral.

É quase dispensável trazer comentários acerca do “clima” que cada autora e cada autor esteve imerso depois da segunda quinzena de março de 2020, quando houve um fenômeno nacional. Sem se precisar gastar em Educação: eis que de repente alunos, pais, avós, irmãos mais velhos, empregadas domésticas e professores brasileiros foram todos declarados como detentores de *expertise em Ensino à Distância*. As discussões se estenderam e foi esquecido que cerca de um terço dos lares brasileiros não têm acesso à *internet*. E há aqueles que têm *internet*, mas não tem um *notebook* ou um *tablet* para as ditas aulas remotas. Um único *smartphone* é, não raro, o único *hardware* familiar, usado de maneira comunitária. Todos sabemos narrar tristes casos da Educação no Brasil em tempos pandêmicos. *Tablets* e *smartphones* tidos, antes, como vilões, pois distraíam os estudantes que

os preferiam ao invés de livros e apostilas eram reconsiderados. Os vilões agora eram heróis. Não faltou quem se rejubilasse e dissesse: “*agora a Educação brasileira migrou do medievo ao Século 21. Temos Educação à distância*”. A sigla EaD pareceu um ícone salvífico.

Depois deste agora já extenso prefaciário, num exercício para vencer a síndrome de uma tela por desvirginar, há que dar conta a que venho no espaço privilegiado que os autores me concedem. Parece válido que se defenda uma tese que entre em ressonância com cada um dos 13 capítulos quando dialogam com a pedagogia freireana. Eis a síntese da tese que submeto à análise: *a alfabetização científica – pré-requisitada de uma alfabetização digital – é direito universal à comunidade dos habitantes do Planeta Terra, nossa casa comum*. Serei breve. Mas, serei radical, pois é algo de raiz que proponho.

Talvez, a pergunta que mais aflore aos nossos jovens alunos na Educação Básica seja o mesmo interrogante presente em nossas elucubrações: *o que é Ciência, afinal?* Há um livro para responder a esta pergunta: Alan F. Chalmers (São Paulo: Brasiliense, 1993) – no original *What is this thing called Science?* Ou *O que é essa coisa chamada Ciência?* Podemos responder também de maneira mais objetiva: “*Ciência pode ser considerada como uma linguagem construída pelos homens e pelas mulheres para explicar o nosso mundo natural*”. Assim a Ciência *não* trata do mundo sobrenatural!

Antes de prosseguir é preciso trazer uma interrogação que emerge em quase a cada deste livro: “*O que é tecnologia*”: Tecnologia (do grego τεχνη — “ofício” e λογια — “estudo”)? É um termo que envolve o conhecimento técnico e científico e as ferramentas, processos e materiais criados e/ou utilizados a partir de tal conhecimento. Uma colher de madeira ou uma estação espacial são artefatos tecnológicos. Para exemplificar o quanto muitas vezes é complexo tentar explicar ou definir algo, trago o exemplo de uma obra que em mais de 1300 páginas traz discussões acerca do que é *tecnologia*: *O Conceito de Tecnologia* (2005) de Álvaro Vieira Pinto, volumes 1 e 2. Esse mesmo conceito, talvez com duas ou três linhas, estaria explicado ao dizermos, segundo registros de dicionários, como o *Aurélio* e o *Houaiss*, que *tecnologia é o conjunto de conhecimentos, particularmente*

princípios científicos, que se aplicam a um determinado ramo de atividade; ou é teoria geral e/ou o estudo sistemático sobre técnicas, processos, métodos, meios e instrumentos de um ou mais ofícios ou domínios da atividade humana (p.ex., indústria, ciência etc.). Na obra referida, Álvaro Vieira Pinto² critica o deslumbramento contemporâneo com a tecnologia, livrando-a da condição de panacéia ou de causadora dos males modernos, detalhes que, por exemplo, não aparecem numa definição reducionista como aquela antes apresentada.

Se uma das dimensões da Ciência é *ser uma linguagem* talvez, pudéssemos afirmar que a Alfabetização Científica – na acepção de ler o Planeta Terra por meio da linguagem que a Ciência o descreve – se faz numa *assemblage*³ de diferentes alfabetizações. Talvez, aqui se possa falar em múltiplas alfabetizações além do usual letramento no idioma de berço: alfabetização científica, alfabetização religiosa, alfabetização matemática, alfabetização geográfica, alfabetização digital, alfabetização em inteligência artificial, alfabetização musical, alfabetização cinematográfica, alfabetização teatral, alfabetização agrícola, alfabetização astronômica, alfabetização geológica ou ainda, alfabetização em idioma(s) estrangeiro(s) etc.

2 A crítica está na resenha no caderno *Mais!* da *Folha de S. Paulo*, de 21 de agosto de 2005.

3 *Assemblage*. Aprendi essa palavra em rótulos de vinhos. No Vale dos Vinhedos, na Serra Gaúcha, um enólogo explicou-me que consiste de vinho formado pela reunião controlada de dois ou mais varietais em proporções estudadas. Assim, por exemplo, *cabernet sauvignon* + *merlot* poderiam formar uma *assemblage* (o substantivo é feminino, numa evocação à assembleia), ou *tanat* + *pinot noir*, outra. Observaram como esses varietais (palavra não dicionarizada, usada para indicar tipos de cepas) têm nomes sonoros. Aqui a palavra cepa (que pode ser usado para designar cebola, a partir de seu nome genérico) está sendo usada em duas acepções no ramo das videiras: 1) caule ou tronco da videira, de onde nascem os sarmentos; ou 2) estirpe, linhagem ou tronco de família; *cepo*. O Houaiss me diz que *assemblage* significa composição artística realizada com retalhos de papel ou tecido, objetos descartados, pedaços de madeira, pedras etc. e diz que a etimologia é da palavra francesa homônima *assemblage* (datada de 1493) “conjunto constituído de elementos ajustados uns aos outros”. Já que estou brincando com palavras transcorreram duas que são dissonantes. Sarmento: mesmo que em Porto Alegre tenha na família Sarmento Leite das mais importantes, sarmento ser “vara que a videira dá cada ano” nunca me soa bem, talvez porque evoque mais um “cão sarmento”. Outra é *cepo*, que para mim sempre foi “pedaço de tronco cortado transversalmente” e não um ramo de videira.

Há uma destas alfabetizações que é pré-requisito praticamente qualquer uma das demais! Qual?

Antes da resposta (previsível) ao interrogante, uma afirmação não tão óbvia como aparenta. Todos os habitantes da terra podem ser classificados em três estratos considerando sua alfabetização digital. Eis as três frações:

Nativos digitais são os nascidos no século 21, que podem se comunicar por escrito prescindindo inclusive de alfabetização em língua materna. Diálogos – usando apenas emojis – podem oportunizar uma frutuosa comunicação entre nativos digitais.

Migrantes digitais uma já muito significativa parcela dos nascidos no século 20, que em suas vidas foram (por muitos anos) analfabetos digitais, mas – não raro, com árduo aprendizado – deixaram de ser alienígenas e ingressaram na tribo dos nativos digitais. A maior parte daqueles que não “usam” dos recursos do mundo. Esta migração também foi/é muito ampla. Há aqueles que são (quase) do paleolítico, pois foram alfabetizados em uma pedra de ardósia escrevendo nela com um estilete da mesma pedra. Refiro aqui minha situação pessoal.

Alienígenas digitais são um grupo muito numeroso e, muitas vezes, invisibilizado. Os alienígenas digitais são incapazes de usar os mais comuns meios de transportes urbanos, pois não conseguem operar um aplicativo (um dos ícones do mundo digital).

Os alienígenas digitais são cada vez mais marginalizados no hodierno. Este terceiro grupo pode ser subdivididos em dois subgrupos: os *alienígenas voluntários* que por uma opção se negam a aprender algo para se comunicar. Os *alienígenas forçados* mormente por razões econômicas (não tem como se conectar à internet ou não tem capital para a aquisição de smartphone – requisito mínimo para ingresso no mundo digital).

Assim, como ninguém discorda que se façam campanhas de alfabetização na língua materna temos que acolher, como uma *questão moral*, os alienígenas digitais e fazê-los *migrante digitais*. Quando alguém imigra para um país que tem um Idioma diferente do seu, o que busca aprender por primeiro? Parece que há que reconhecermos que, todos nós, estejamos frente a uma nova linguagem que poderemos até dizer que é uma língua artificial.

Isto não é uma novidade para os humanos. Isto ocorreu, por exemplo, quando se criou o esperanto⁴ ou até talvez possamos evocar o livro de Orson Welles 1984 quando se fala em uma novilíngua.⁵

Talvez, aqui se possa falar em múltiplas alfabetizações para termos uma *alfabetização científica*, pré-requisitada por uma *alfabetização digital*.

Uma pergunta que aflora sempre que se discute esta situação: *como cada um de nós vai incrementar o conhecimento destas múltiplas alfabetizações (às vezes muito díspares) no sentido de termos uma assemblage de múltiplas alfabetizações?* Como com esta assemblage de múltiplas alfabetizações nos oferecem possibilidades de estar presente de uma maneira ativa no cotidiano do mundo em que vivemos. Há uma recomendação fundamental (que é oposta àquilo que alguns de nós ouvimos na nossa infância e até na adolescência): há que ser curiosos (e não repetir aquilo que nos diziam: *não seja curioso*).

Hoje, há uma recomendação: *seja curioso*. É fácil no mundo de hoje ser curioso: temos ao nosso dispor, 24 horas por dia, o professor Google, o pastor Google, o padre Google, o médico Google, o Engenheiro, o arqueólogo Google, o astrônomo Google, o astrólogo Google, o arquiteto Google, o filósofo e qualquer outro que tenha a expertise que nos falta em determinada especialidade.

Por outro lado, temos que considerar que existe uma realidade, nunca antes presente entre os humanos, há milênios: agora, em muitas situações, são os mais novos que ensinam os mais velhos, até porque filhos e netos, hoje, muitas

4 O Esperanto é a língua planejada mais falada no mundo (Esperantujo, 120 países). Ao contrário da maioria das outras línguas planejadas, o esperanto já saiu dos níveis de projeto (publicação de instruções) e semi língua (uso em algumas poucas esferas da vida social). O iniciador do idioma esperanto foi o judeu-polonês Ludoviko Lazaro Zamenhof (1859-1917).

5 *Novilíngua, novafala* ou *novidioma* é um idioma fictício criado pelo governo hiper-autoritário na obra literária 1984, de George Orwell. A novilíngua era desenvolvida não pela criação de novas palavras, mas pela “condensação” e “remoção” delas ou de alguns de seus sentidos, com o objetivo de restringir o escopo do pensamento (Wikipédia).

vezes, são detentores de conhecimentos que os pais e os avós não têm e, portanto, já *parece natural que netos ensinem a seus avós*.

Como epílogo desde prefácio, permito-me reler a historietta que aprendi com o professor Nélio Bizzo, que há muitos anos narro ao destacar o valor dos saberes primários. Hoje trago uma narrativa com versão diferente. Até agora narrava o seguinte: em um barco havia um homem de 40 anos com seu filho de sete anos e seu pai de 70 anos. O barco está afundando. O homem de 40 anos é o único que sabe nadar e só pode salvar a nado uma pessoa. Quem salvará o seu pequeno filho ou o seu pai? A história que se diz ser de matriz africana se completa dizendo que não havia dúvida devia ser o velho a ser salvo, pois era detentor de conhecimentos muito importantes para comunidade ágrafa, enquanto menino era apenas um livro em branco.

Penso em cada um de nós não usaria mais esse argumento para salvar o velho, pois o menino, muito provavelmente de tem conhecimentos que são mais importantes para comunidade se comparado com os conhecimentos que são importantes para comunidade e, portanto, diríamos que se devesse salvar o menino e não o velho.

Isto posto resta uma recomendação final: curiosa leitora e curioso leitor, amealhe os sumarentos conhecimentos que estão em cada dos 13 capítulos deste *Práticas educativas em ensino de ciências* e amplie sua assemblage de díspares alfabetizações.

*Attico Chassot*⁶

6 Attico Chassot é doutor em Ciências Humanas (UFRGS, 1994). Pesquisador e orientador de doutorado Reamec e Professor Visitante Sênior da Unifesspa. É professor desde 13 de março de 1961. www.professorchassot.pro.br, achassot@gmail.com

Apresentação

Há aproximadamente 10 anos, o Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza (PPECN) da Universidade Federal Fluminense passou a fazer parte do cenário de Programas de Pós-Graduação Stricto Sensu da área de Ensino do estado do Rio de Janeiro, com o firme propósito de contribuir para o aumento da oferta de cursos de mestrados profissionais e promover uma qualificação sólida e a formação de um profissional reflexivo e crítico, apoiada nas perspectivas atuais da área de Ensino de Ciências.

Nessa caminhada, nós docentes do PPECN estamos em constante busca do aprimoramento de nossas atividades, com o olhar para formas de melhoria da qualidade de ensino, de integração com a escola básica e de interação com outros programas. Além disso, nos preocupamos também com a ampla divulgação de nossas produções acadêmicas, docentes e discentes, para que alcancem todos aqueles interessados no Ensino de Ciências. Desse modo, é com muita alegria que festejamos os 10 anos do PPECN, ofertando para leitura e reflexão de professores da rede básica, de alunos de licenciatura, de pesquisadores e demais interessados esta coletânea como uma mostra de nossa produção. Ela reflete as nossas pesquisas e formas de intervenção pedagógicas, alicerçadas em procedimentos teóricos-metodológicos e interpretativos, para promoção de uma prática de sala de aula apartada do protagonismo do professor, mas mediada por ele numa relação que seja dialógica, em que professor-aluno e aluno-professor sejam os protagonistas da construção ou ressignificação do conhecimento escolar.

Esta coletânea apresenta, ao longo dos seus 13 (treze) capítulos, abordagens de temas concernentes aos processos e estratégias de ensino e aprendizagem de conceitos científicos à luz dos pressupostos teóricos da aprendizagem significativa, da concepção freireana da educação dialógica e libertadora e da transdisciplinari-

dade. Há também as contribuições relativas à utilização de recursos midiáticos para o Ensino de Ciências como as tecnologias de informação e comunicação, história em quadrinhos eletrônica, livro paradidático e uma análise semiótica do potencial de animês e mangás para criação de produto educacional. Destacamos também a discussão dos pressupostos teóricos-metodológicos da aprendizagem colaborativa e a contribuição histórico-cultural de Vigotski para o Ensino Ciências/Química.

Os capítulos são de autoria de docentes do PPECN em coautoria com egressos ou professores de outras IES e docentes convidados das Universidades Federal de Pernambuco (UFPE), Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO) e Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Assim, esperamos que a leitura desta obra seja útil. Embora tenhamos plena consciência de que as pesquisas e buscas de formas de intervenção pedagógicas para melhoria do Ensino de Ciências sejam processos dinâmicos que nos impulsionam cada vez mais para novas descobertas, basta que deixemos as portas abertas para a imaginação e criatividade para que nos conduzam a novas formas de pensar o fazer educacional.

As organizadoras
Maria Bernadete Pinto dos Santos
Florence Moellmann Cordeiro de Farias
Joana Guilares de Aguiar

Capítulo 1

Práticas de Ensino de Ciências: diálogos entre a educação CTS e a pedagogia freireana

Márcia Cristina Soares de Moura Victorin
Rose Mary Latini

Introdução

Entendemos ser relevante estarmos conscientes das mudanças que o mundo vem sofrendo impactado pela produção de conhecimentos científico e tecnológico e de como estas mudanças estão presentes e afetam nossas vidas todo o tempo, no trabalho, em casa e nas relações sociais, sendo atravessadas por questões sociais, políticas econômicas e ambientais. O momento em que vivemos, marcado pela pandemia mundial da Covid-19, nos dá a dimensão destes atravessamentos e da importância do esclarecimento e da participação da população no enfrentamento à pandemia.

Entretanto, como professoras de Ciências, observamos que, de modo geral, a prática de sala de aula ainda se apresenta marcada por uma visão tradicional de ensino-aprendizagem de Ciências, que continua sendo ensinada e aprendida como se os conhecimentos estivessem mortos, prontos e acabados, como verdades absolutas. E a tecnologia, resultante da produção de conhecimento científico, quando aparece, na maioria das vezes, é apenas um instrumento utilizado como facilitador dos conteúdos a serem ensinados.

A reflexão sobre os novos conhecimentos produzidos pela ciência e a tecnologia (CT) e as transformações que estas provocam na sociedade se apresentam como uma das possibilidades de superação dessa visão. Nessa perspectiva, o ensino das ciências (EC) torna-se de fundamental importância para a formação de cidadãos conscientes e capazes de interferir na sociedade de forma responsável considerando os aspectos: social, político, econômico e ambiental.

Entendemos que sujeitos conscientes têm ferramentas para fazer uma leitura crítica desse mundo científico e tecnológico e, coletivamente, a partir do diálogo não hierarquizado, tomar posição em relação a tudo o que interfere em sua vida, individual e em sociedade, e questionar as relações de opressão, seja pelo poder econômico ou da detenção do conhecimento. Para Chassot (2018), “A cidadania só pode ser exercida plenamente se o cidadão ou cidadã tiver acesso ao conhecimento (e isto não significa apenas informações) e aos educadores cabe então fazer esta educação científica” (Chassot, 2018, p. 96).

Nesse sentido, o ensino de Ciências, com foco nas relações Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), pode contribuir para a mudança de uma educação tradicional para uma educação transformadora e dialógica. A nossa prática em sala de aula pode e deve superar a mera transmissão de conteúdos científicos desvinculados da realidade. Na concepção freireana de educação, o conhecimento escolar deve propiciar uma “leitura do mundo” (Freire, 1989, p. 7).

Nossa experiência nos mostra que nos últimos anos, principalmente, as dificuldades enfrentadas na sala de aula vêm aumentando por diferentes motivos. Dentre eles, podemos perceber que jovens não se sentem pertencentes àquele espaço, não o reconhecem como um lugar de troca e construção de conhecimentos, não se identificam com a linguagem, com a forma tradicional em que as aulas normalmente são ministradas. Mas, ao mesmo tempo, eles gostam da escola. Adoram os momentos em que eles se sentem descontraídos, trocam informações, socializam.

Isso nos leva a questionar o ensino de Ciências e a sua falta de significado, um ensino desconectado da realidade da vida dos(as) alunos(as). De certa forma,

os conteúdos surgem na escola como conteúdos vazios, que não favorecem a resignificação do conhecimento e a formação de consciência.

Nós, docentes, devemos encarar a responsabilidade da mudança do paradigma de formar meros receptores de conhecimento científicos prontos e consumidores de tecnologias, para cidadãos e cidadãs, que no Brasil são formados por uma maioria de negros, pobres e favelizados, com poucos direitos em relação à vida, em sujeitos críticos e reflexivos, capazes de agir com responsabilidade socioambiental diante dos desafios contemporâneos. A formação cidadã é urgente e necessária para a transformação dessa sociedade desigual e injusta.

Para Freire (1987), devemos manter sempre a inquietação e o diálogo com a realidade em torno dos conteúdos que devem ser trabalhados em sala de aula. O desejo de mudar esse cenário e buscar formas de tornar as aulas mais interessantes, participativas e significativas, moveu a construção desta pesquisa, que foi desenvolvida durante o mestrado no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Natureza da Universidade Federal Fluminense (PPECN – UFF), que teve como cenário uma escola do município de Niterói/RJ, onde atua como docente a primeira autora deste trabalho.

Assim, neste texto, temos por objetivo relatar a elaboração de uma das propostas de ensino de ciências com enfoque CTS numa perspectiva freireana, desenvolvida durante a referida pesquisa, para ser aplicada no nono ano do Ensino Fundamental II, intitulada “Incêndio e substâncias tóxicas: riscos e prevenção”.

No caminho percorrido para o desenvolvimento desta pesquisa, fomos buscar nos referenciais e na reflexão sobre nossa prática, a compreensão sobre quais são os pontos de interlocução entre o ensino CTS e a pedagogia freireana. Buscando compreender o ensino de ciências na perspectiva CTS e quais relações podem ser estabelecidas com os pressupostos de ensino na visão de Paulo Freire, nos aproximamos destes referenciais. Essa compreensão nos trouxe à luz as categorias convergentes para a construção de uma sequência didática comprometida com uma educação cidadã e libertadora.

Aproximação entre o ensino CTS e a educação freireana

Nas aulas de ciências, na maioria das vezes, são priorizados conceitos científicos prontos e acabados e quase nunca são criados espaços para debates e discussões sobre assuntos relacionados à CT que interferem de maneira direta ou indireta na vida das pessoas. Na nossa experiência docente, percebemos que as aulas de ciências pouco contribuem para uma educação libertadora, o que se confirma pela falta de postura mais crítica e responsável dos(as) alunos(as) com relação a questões como o lixo no pátio e salas de aula e o desperdício de alimento no refeitório ou mesmo na participação discente e docente em projetos que envolvam hábitos saudáveis de alimentação ou de consumo consciente e redução de resíduos. Essa realidade muitas vezes observada por nós é o reflexo também de um currículo engessado, com conteúdos a serem “depositados”, que muitas vezes estão descontextualizados.

Observamos que na maioria das vezes, o currículo praticado em ciências segue a linha da teoria tradicional de currículo. Para Silva (2010, p. 16), o currículo tradicional considera que os conhecimentos devem ser escolhidos de forma “neutra, científica e desinteressada” e transmitidos numa lógica quase industrial, como uma linha de montagem para moldar cidadãos padronizados que ocupem de maneira conformada seu lugar pré-estabelecido na sociedade. Sabemos que as relações sociais são políticas e, por isso, direcionadas por interesses, então como podemos ensinar ciência como se esta fosse neutra? No currículo tradicional é priorizado qual o conhecimento deve ser ensinado, mas não o porquê deste ou daquele conhecimento em detrimento de outros. Portanto, o currículo tradicional, de certa forma, contribui para a manutenção das desigualdades sociais. Giroux (1983, 1986, 1987 *apud* Silva, 2010).

Chassot (2018) acredita ser necessário romper com essa ideia de neutralidade nos cursos de ciências. Para ele, nosso objetivo em ensinar ciências deve ser a promoção da alfabetização científica, entendida “como o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres uma leitura do mundo em que vivem”

(Chassot, 2018, p. 84). Para ele a alfabetização científica vai muito além de saber ler termos científicos e aplicar fórmulas, tem a conotação de inserção na cultura científica, ou seja, de interpretação de mundo por um olhar científico e vice-versa.

A pedagogia freireana também contesta esse modelo tradicional e defende que o currículo é uma construção cultural, em que professores têm um papel importante nas transformações sociais e os alunos devem participar ativamente para a construção de uma educação libertadora. Para Freire, a educação escolar deve superar os modelos baseados em repetição e memorização de conteúdos pautados em um currículo rígido e distante da realidade dos estudantes, esvaziado de significados. Nesse sentido, Freire dá um destaque especial às práticas de ensino contextualizadas, mas não no sentido da ilustração e sim como forma de buscar significados, tanto para a construção de conceitos científicos quanto para a compreensão da realidade.

Seguindo essa perspectiva de educação para formação cidadã, muitos pesquisadores afirmam ser o ensino CTS um caminho para a alfabetização científica, ou seja, uma possibilidade de tornar os cidadãos capazes de atuar no mundo de forma consciente e crítica em assuntos relacionados à CT. Sobre essa questão, Acevedo, Vázquez e Manassero (2003) afirmam que o

Movimento CTS é entendido como uma inovação educacional que está em consonância com as mais relevantes e atuais recomendações internacionais para proporcionar no ensino de ciências a alfabetização científica e tecnológica mais completa e útil possível para todas as pessoas. (Acevedo; Vázquez; Manassero, 2003, p. 101).

Através do ensino CTS, podemos favorecer a alfabetização científica e pensar num mundo de cultura científica, ou seja, na apropriação crítica dos conhecimentos científicos e tecnológicos para atuar no mundo de forma responsável e fazer escolhas conscientes e sustentáveis. Para alguns autores, “o trabalho docente precisa ser direcionado para a sua apropriação crítica pelos alunos, de modo que

efetivamente se incorpore no universo das representações sociais e se constitua como *cultura*” (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011, p. 34, grifo do autor).

Buscando refletir sobre a aproximação entre o ensino CTS e a pedagogia freireana, procuramos apoio também nas obras de outros autores que já se dedicaram ao estudo destes pontos de convergência. Dentre os muitos autores que já se dedicaram a pesquisas sobre o chamado CTS brasileiro, temos: Nascimento e Linsingen (2006); Auler, Dalmolin e Fenalti (2009); Auler e Delizoicov (2006); Rosa e Auler (2016). A seguir, destacaremos os pontos de aproximação levantados por tais autores.

Nascimento e Linsingen (2006) destacam que os principais pontos de aproximação são: a abordagem temática e seleção de conteúdos e materiais, o trabalho interdisciplinar e o papel do professor como mediador do processo dialógico do ensino-aprendizagem. Eles ainda entendem que essas vertentes de ensino se complementam, uma vez que a abordagem CTS recebe uma bagagem educacional sólida e coerente. Para a pedagogia freireana, a contribuição passa pela abordagem de assuntos técnico-científicos de cunho social, econômico e político de temas atuais.

O modelo linear de progresso atribuído à ciência e o determinismo tecnológico, questionados pelo ensino CTS, são comparados à consciência ingênua mencionada por Freire, segundo Auler, Dalmolin e Fenalti (2009). Esses autores também ressaltam que ambas vertentes de ensino dirigem especial importância ao trabalho interdisciplinar e à abordagem temática no processo de ensino-aprendizagem. Assim concordam com a visão freireana ao afirmarem que os temas trabalhados em sala de aula, mesmo os temas técnico-científicos, devem partir de situações reais da vida dos estudantes, caso contrário incorreria na falta de interesse dos alunos nas aulas.

A respeito da articulação entre os pressupostos da pedagogia de Freire e o enfoque CTS, Auler e Delizoicov (2006) destacam que a “leitura crítica do mundo” passa pela problematização das relações CT com a sociedade. Para estes autores é necessário que a educação seja capaz de promover a capacidade dos

estudantes superarem a consciência ingênua sobre decisões tecnocráticas, a perspectiva salvacionista e o determinismo tecnológico e reivindicarem participação democrática, suplantando a “cultura do silêncio”.

Rosa e Auler (2016) entendem que, no CTS brasileiro, cabe uma maior participação da sociedade nas decisões relacionadas aos rumos da ciência e da tecnologia e não apenas das consequências das políticas de CT. Assim, para esses autores “[...] há a necessidade de, nos processos educativos, ir além da avaliação pós-produção de CT, postulando uma reflexão sobre o direcionamento dado à atividade científico-tecnológica, sobre a agenda de pesquisa” (Rosa; Auler, 2016, p. 03).

Para este estudo, a partir da leitura de algumas obras de Freire, como *Pedagogia do Oprimido* (Freire, 1987), *A Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa* (Freire, 1996), *Comunicação e Extensão?* (Freire, 1983) e também de autores que se dedicam ao estudo do ensino CTS como Santos e Mortimer (2002), Santos e Auler (2011) entre outros, traçamos nossas próprias reflexões sobre esta interlocução. A educação CTS busca promover a formação de cidadãos críticos e reflexivos em relação aos assuntos relacionados à CT. Na pedagogia freireana o objetivo é promover transformações sociais a partir da educação humanística. Destacamos, então, como pontos principais desta interlocução: o trabalho a partir de temas geradores de discussão, a dialogia marcada pelo diálogo entre os sujeitos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem e a problematização da realidade.

Assim, o ensino CTS com uma abordagem freireana nos ajuda a pensar metodologias para trabalhar os conteúdos socioambientais/sociocientíficos de modo que respeitemos os conhecimentos trazidos pelos(as) alunos(as) e o seu lugar de fala, uma vez que tais conhecimentos possuem dimensão significativo-existencial, construídos por sujeitos históricos. Promover esta interlocução vai além de utilizar temas geradores e problematizá-los. Implica também na formação de sujeitos críticos que não irão mais ser calados e, tendo voz, poderão participar ativamente na construção das demandas de produção dos conhecimentos científicos e

tecnológicos, não sendo mais meros consumidores desses conhecimentos. Acreditamos que alcançando o seu direito de “ser mais”, esses estudantes serão capazes de atuar socialmente em decisões políticas com critérios científicos.

O caminho metodológico

De cunho qualitativo, este trabalho se trata de uma pesquisa em ensino, uma construção social e subjetiva, que depende da interação entre os indivíduos envolvidos em uma determinada realidade (Godoy, 1995). Os caminhos metodológicos por nós percorridos para elaboração da proposta de ensino, apresentada na forma de sequência didática, foram se construindo no decorrer da pesquisa por reflexão crítica, investigação e criatividade. Refletir sobre nossa prática com olhar investigativo e dialogando com a teoria que nos apoia. Optamos como estratégia de ensino pela construção de sequência didática por acreditarmos que ela configura um conjunto de atividades ordenadas para atingir objetivos específicos (Zabala, 1998).

Neste contexto, nos debruçamos em reflexões sobre o currículo de Ciências existente para o nono ano no município de Niterói, construído a partir das diretrizes estabelecidas na Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2017). Para pensar em um currículo vivido⁷ tendo como base as ideias e interlocução entre o movimento CTS e a pedagogia de Freire, buscamos assim o distanciamento do currículo tradicional, conforme definido por Silva (2010), o qual é baseado em conteúdos ou conhecimentos elencados previamente numa lista e que devem ser “depositados” nos alunos. Silva (2010) adverte que o currículo tradicional,

7 Entende-se por currículo vivido aquele produzido nos processos do cotidiano escolar, por sujeitos culturalmente plurais; conferir em Macedo (2006).

[...] ao aceitar mais facilmente o status quo, os conhecimentos e saberes dominantes, acabam por se concentrar em questões técnicas. Em geral, eles tomam a resposta à questão 'o quê?' como dada, como óbvia e por isso buscam responder a uma outra questão: como? (Silva, 2010, p. 16).

Para isso, nos aproximamos de um currículo que busque subverter os saberes dominantes que garantem a manutenção da estratificação social, numa tentativa de romper com o ciclo de reprodução de classe dominante e classe dominada. Buscamos a construção de um currículo baseado em teorias pedagógicas críticas. Para Silva (2010, p. 12),

[...] é a própria experiência dos estudantes que se torna objeto de investigação fenomenológica. Assim, enquanto no currículo tradicional os estudantes eram encorajados a adotar a atitude supostamente científica que caracterizava as atitudes acadêmicas, no currículo fenomenológico eles são encorajados a aplicar à sua própria experiência, ao seu próprio mundo vivido a atitude que caracteriza a investigação fenomenológica.

Para tal, nos baseamos nas vivências da autora sobre o cotidiano escolar e nas práticas escolares institucionalizadas do cenário de pesquisa. Buscamos ainda conhecer os documentos oficiais que tratam do currículo do nono ano do EF II, como a BNCC e a matriz curricular, ainda em construção, do município de Niterói.

O Cenário e os sujeitos da pesquisa

O cenário da pesquisa foram três turmas de nono ano do Ensino Fundamental II de uma escola municipal de Niterói. A comunidade escolar é composta por alunos(as) de diferentes classes sociais, porém em sua maioria por meninas negras e em situação de vulnerabilidade socioeconômica.

Nesta pesquisa, a sequência didática elaborada está concentrada na unidade temática Matéria e Energia, em seus objetos de conhecimento e suas habilidades,

pois é nela que se encontram os conteúdos de Química e Física, conforme a antiga matriz curricular para o nono ano. Nossa experiência mostra que nestes conteúdos as(os) alunas(os) sempre apresentam muitas dificuldades por necessitarem de grande capacidade de abstração, daí também a necessidade de apresentá-los por outra perspectiva.

O caminho percorrido para a elaboração da sequência didática

Freire (1992) fala de suas memórias em seu livro *Pedagogia da Esperança: um encontro com a pedagogia do oprimido* e, se referindo à sua importância, ele escreve que ela é “a compreensão da minha compreensão ou de minha leitura de mundo” (Freire, 1992, p. 28). E essas memórias tornam possível enxergar quais situações-limite precisam ser decifradas.

O tema a ser apresentado neste trabalho foi elaborado a partir da memória de uma situação concreta vivida no ambiente escolar no ano de 2018, quando tivemos uma situação inusitada que causou um verdadeiro caos na escola: um ônibus em pane elétrica pegou fogo em frente ao prédio escolar. Alunos e alunas que viram as chamas altas acreditaram que se tratava de um incêndio na escola e alardearam pelos corredores a notícia. Vários alunos e alunas entraram em pânico, alguns tiveram crises nervosas, até desmaio e muitos pais se apavoraram ao receberem ligações com pedido de socorro. Essa situação chamou a atenção para a falta de preparo de alunos(as) e funcionários(as) em lidar com uma situação real de perigo e para o quanto um currículo que não pensa na preparação dos(as) alunos(as) para situações de emergência reflete pouco apreço pela vida humana. Dessa situação, emergiu o tema para esta sequência didática (SD): Incêndio e Substâncias Tóxicas: Riscos e Prevenção.

A sequência didática foi elaborada procurando seguir os pressupostos freireanos em interlocução com a perspectiva CTS, portanto buscamos sempre problematizar um tema da realidade imediata e analisar a ciência e a tecnologia correlatas, buscando relacionar os conteúdos a serem estudados e a retomada da

questão inicial levantando discussões e reflexões. Neste sentido, para a construção da SD nos aproximamos da proposta didática dos Três Momentos Pedagógicos, propostos por Delizoicov e colaboradores, inspirados no conceito da investigação temática freireana: a problematização inicial, a organização dos conhecimentos e a aplicação do conhecimento (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011). Apesar de a proposta ser caracterizada por três momentos, ressaltamos que procuramos trabalhá-los não de forma estanque, mas mantendo a dialogia necessária entre estes momentos numa prática de ensino que favoreça aos sujeitos envolvidos a compreensão do contexto social e dos conteúdos científicos.

Buscando atender as categorias convergentes identificadas, procuramos que a SD partisse de uma situação real da comunidade escolar para problematizá-la, além de criar situações que privilegiassem o diálogo entre os envolvidos, como rodas de conversa e trabalhos em grupo, favorecendo o processo de ensino-aprendizagem crítica e reflexiva.

A sequência didática Incêndio e Substâncias Tóxicas: Riscos e Prevenção

Entendemos como problematização a mediação para tomada de consciência por parte do sujeito, que passa a compreender a realidade na qual está inserido, para então questioná-la e transformá-la. É dessa realidade concreta que surgem os temas geradores de discussão, mas para que os estudantes possam fazer a conexão entre o pensar e o agir, a sala de aula deve ser um espaço dialógico, onde todos e todas tenham voz e sejam, de fato, ouvidos.

Freire (1994) defende que haja uma investigação temática a partir de demandas que partam dos próprios educandos por meio da dialogicidade entre estes e os educadores e a partir dessa investigação e da redução temática serão elencados o conjunto de conhecimentos necessários ao desenvolvimento desses estudantes. Porém, Freire (1987) reconhece que, por vezes, os(as) alunos(as) não

conseguem reconhecer as situações-limites ocultadas, o que dificulta a investigação temática e por isso, muitas vezes, é necessário que professores(as) os ajudem a reconhecer quais situações podem ser relevantes na sua condição existencial. Esse processo é chamado por Freire (1987) de “tema dobradiça” e ele explica que

Com o mínimo de conhecimento da realidade, podem os educadores escolher alguns temas básicos que funcionariam como “codificadores de investigação”. Começariam assim o plano com temas introdutórios ao mesmo tempo em que iniciariam a investigação temática para o desdobramento do programa, a partir destes temas. (Freire, 1987, p. 68).

Ao lado disto, tendo em vista as práticas escolares institucionalizadas tais como: currículo em rede, carga horária, dentre outras atividades, procuramos incorporar a esta sequência didática atividades que privilegiem a interação dialógica entre professor/alunos e alunos/alunos, problematizando assuntos relacionados ao cotidiano dos estudantes e que perpassem por temas técnico-científicos, e assim, buscamos uma construção crítica e autônoma do conhecimento.

Portanto, com base nessas categorias e pressupostos teóricos, construímos uma proposta de trabalho com enfoque CTS articulada ao pensamento freireano para promover, também, discussões necessárias em torno da não neutralidade da ciência e da tecnologia, enfatizando que o desenvolvimento científico acontece como uma construção coletiva de sujeitos imersos em um contexto histórico, social e econômico.

Entendemos que a vivência dos estudantes, muitas vezes, os afasta da cultura científica e ajuda a perpetuar a consciência ingênua sobre assuntos extremamente relevantes para suas vidas em sociedade, como, por exemplo, a questão ambiental, econômica, a segurança, dentre outros. Eles se habituem a viver em ambientes onde seus direitos básicos, inclusive direito à segurança no ambiente escolar e outros espaços, não estão assegurados. Nessa sequência didática procuramos aproximar os estudantes dessas áreas do conhecimento, que muitas vezes se encontram tão distanciadas de suas percepções.

Então, quando propomos uma problematização a ser trabalhada, entendemos que na perspectiva freireana:

A introdução destes temas, de necessidade comprovada, corresponde, inclusive, à dialogicidade da educação, de que tanto temos falado. Se a programação educativa é dialógica, isto significa o direito que também têm os educadores-educandos de participar dela, incluindo temas não sugeridos. (Freire, 1987, p. 66).

Assim, influenciadas pela perspectiva dialógica e problematizadora da pedagogia freireana, pensamos em propostas temáticas que partissem da realidade da comunidade escolar para montar a sequência didática, buscando trabalhar os objetos de conhecimento de forma não compartimentada e os estudantes, não como depósitos de conhecimento, mas numa visão crítica e contextualizada com a vida cotidiana.

Assim, essa SD surge a partir de uma situação de pânico criada por uma suspeita de incêndio na escola que nos acendeu alguns alertas: nossas escolas sabem lidar com situações de risco iminente? Elas preparam os estudantes para questionar a falta de segurança em espaços públicos, especialmente aqueles frequentados pelas classes menos favorecidas? Após esse evento ficou evidente a falta de preparo, tanto de nossos(as) alunos(as), quanto dos profissionais da escola. Outra questão observada foi a falta de equipamentos de segurança, como extintores de incêndio, em pontos estratégicos da escola deixando evidente o descaso com a segurança de estudantes e profissionais da educação. A partir dessa questão, estendemos a problematização para questões que envolvem também acidentes com substâncias químicas presentes em produtos de limpeza utilizados no nosso dia a dia.

Deste modo, a SD elaborada teve por objetivo discutir situações de risco no ambiente escolar e em outros ambientes onde podem ocorrer incêndios e/ou acidentes com substâncias químicas, favorecendo a construção de conhecimento científico e tecnológico relacionados.

Para sua aplicação dividimos a SD⁸ em três momentos, mas todos com atividades encadeadas e conectadas. A sua aplicação foi pensada para ser realizada em nove tempos de aula de 45 minutos cada, podendo o(a) professor(a) distribuí-los da forma que julgar mais adequada. Entretanto, aqui sugerimos que o primeiro e o último momentos sejam realizados utilizando dois tempos em cada um deles e os cinco tempos restantes utilizadas no segundo momento.

O primeiro momento tem por objetivo apresentar, de forma contextualizada e com base na realidade dos estudantes, o tema a ser trabalhado. A partir da problematização da realidade, identificar com eles e elas os temas codificadores que deverão ser decodificados com a prática de ensino.

Assim, com objetivo de problematizar e contextualizar o tema, sugerimos a exibição de reportagens de jornais ou TV que mostrem situações reais de incêndio em escolas brasileiras e/ou outros espaços. É possível também trabalhar com as memórias dos estudantes sobre situações de risco. Essa atividade busca fazer emergir os temas decodificadores.

Após essas exibições, podem ser feitas rodas de conversa; com o objetivo de identificar temas codificadores, podendo ser, por exemplo, como as políticas governamentais de desvalorização da escola pública se relacionam com a falta de equipamentos de prevenção nas escolas; sobre a falta de preparo de alunos(as) e funcionários(as) e outros sujeitos para lidar com situação de perigo; sobre inabilidade e desconhecimento da forma correta de utilizar extintor de incêndio; sobre quem são/poderiam ser os sujeitos submetidos a uma situação de risco; etc.

O(a) professor(a) deve promover um diálogo no sentido de conhecer as experiências, vivências e saberes que os(as) alunos(as) têm a respeito do tema. Nesse momento o(a) professor(a) poderá trabalhar os conteúdos científicos e as

8 A SD completa, pode ser consultada no Repositório Institucional da Universidade Federal Fluminense, no endereço <https://app.uff.br/riuff/handle/1/22965>.

tecnologias correlatas, sempre articulando com as situações sociais discutidas na roda de conversa, de modo a ir ampliando a compreensão do tema. Sua finalidade é contribuir com o desvelamento da realidade, auxiliando a superação da consciência ingênua. Acreditamos que a apropriação crítica dos conhecimentos técnico-científicos, auxilia o educando a compreender e transformar sua realidade. O professor poderá utilizar atividades diversas para tratar dos conteúdos, como:

1. Atividades experimentais que relacionem os conteúdos programáticos ao tema;
2. Reportagens e/ou relatos dos estudantes que tratem de acidentes domésticos envolvendo substâncias químicas e a partir daí trabalhar prevenção aos riscos. Nessa atividade os conteúdos de elementos químicos, ligações químicas e reações químicas também podem ser trabalhados;
3. Estabelecer parcerias com o corpo de bombeiros ou defesa civil para promover palestras e treinamentos de prevenção a incêndios;
4. Pesquisas sobre equipamentos de segurança e prevenção de incêndio e/ou sobre investimentos em tecnologias que promovam o desenvolvimento de coletivos mais seguros para a população.

Após o desenvolvimento das atividades do segundo momento, deve-se mais uma vez, retomar a questão inicial para ressignificá-la. Essa etapa pode ser entendida como a tomada de consciência, na qual o estudante redescobre a própria realidade, é capaz de refletir sobre ela e transformá-la, alcançando, assim, seu papel antológico de “ser mais”.

Como estratégias para este momento, sugerimos:

1. A construção de cartazes sobre prevenção de acidentes, que podem ser fixados em vários ambientes da escola;
2. Vistorias feitas pelos(as) alunos(as) em diversos espaços físicos da escola para verificação da presença e conservação de equipamentos de segurança e/ou situações potencialmente perigosas, para posterior discussão junto à direção da escola;

3. Simulação de incêndio com construção de rota de fuga e posterior divulgação e socialização com a comunidade escolar.

Para esse momento final sugerimos dois tempos de aula, que podem ser estendidos, caso o(a) professor(a) sinta a necessidade de ampliar o diálogo e possibilitar a aplicação de várias atividades que potencializem a divulgação e decodificação dos conhecimentos construídos.

Considerações finais

O exercício de relacionar teoria-prática foi essencial não só para refletir sobre a prática, mas também para trazer maior compreensão da teoria. Neste momento, nos demos conta de como somos marcados, enquanto docentes, por um modelo tradicional. Assim, as reflexões tecidas neste estudo permitiram, além de propor um ensino de ciências que favoreça os estudantes ao exercício da cidadania e ao reconhecimento das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, olhar para nossa prática de modo mais crítico, favorecendo o exercício de práxis docente.

Destacamos, ainda, que as reflexões que atravessaram este estudo foram possíveis pela problematização do contexto dos estudantes e das práticas escolares institucionalizadas; pela dialogicidade teoria-prática de professora-alunos e também pela criticidade proporcionada pelo exercício de práxis docente. Estas foram categorias que perpassaram também o ato de conceber e fazer a pesquisa e permitiram, no dizer freireano, construir o caminho, caminhando.

Indo ao encontro de nossas expectativas, acreditamos que a aproximação do ensino CTS com a pedagogia freireana pode tornar possível a apropriação dos conhecimentos técnico-científicos de modo a capacitar os estudantes a desvelar a realidade e contribuir para a transformação da realidade, ajudando-os a atuar no mundo de forma crítica e responsável, para que possam fazer escolhas conscientes. Acreditamos que o ensino CTS na perspectiva freireana é um caminho possível para uma educação técnico-científica humanística.

Sendo assim, podemos inferir que a SD produzida durante esta pesquisa; possui potencial para auxiliar professores, nas mais diversas regiões do Brasil, com as devidas adaptações à realidade da comunidade escolar, na condução de um ensino-aprendizagem comprometido com a formação de estudantes críticos e responsáveis com questões sociais, ambientais e econômicas. Buscamos, com essa proposta de SD, promover uma educação para além dos muros da escola, que se distancie da educação bancária e que contribua para as necessárias transformações na construção de uma sociedade mais justa, na qual todos tenham direitos garantidos.

Referências

ACEVEDO, José Antonio; VÁZQUEZ, Ángel; MASSERO, M^a Antonia. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Pontevedra, Espanha, v. 2, n. 2, p. 80-111, 2003. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen2/REEC_2_2_1.pdf. Acesso em: 26 set. 2021.

AULER, Décio; DALMOLIN, Antonio Marcos Teixeira; FENALTI, Veridiana dos Santos. Abordagem Temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 2, n. 1, p. 67-84, mar. 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37915/28952>. Acesso em: 4 fev. 2020.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Educação CTS: articulações entre pressupostos do educador Paulo Freire e referencias ligados ao movimento CTS. **Las Relaciones CTS en la Educación Científica**, Cádiz, Espanha, 2006. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/fisica/educ_cts_delizoicov_auler.pdf. Acesso em: 22 maio 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#fundamental/ciencias-no-ensino-fundamental-anos-finais-unidades-tematicas-objetos-de-conhecimento-e-habilidades>. Acesso em: 6 dez. 2019.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 8. ed. Ijuí: Unijuí, 2018.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

FREIRE, Paulo. **A importância do ato de ler: três artigos que se completam**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 1989. Disponível em: https://educacaointegral.org.br/wp-content/uploads/2014/10/importancia_ato_ler.pdf. Acesso em: 30 out. 2019.

FREIRE, Paulo. **A pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996. Disponível em: <https://cpers.com.br/wp-content/uploads/2019/09/9.-Pedagogia-da-Autonomia.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2020.

FREIRE, Paulo. **Conscientização: teoria e prática da libertação**. São Paulo: Cortez & Morais, 1979. Disponível em: <https://docero.com.br/doc/cs1s51>. Acesso em: 29 jan. 2020.

FREIRE, Paulo. Criando Métodos de Pesquisa Alternativa: aprendendo a fazê-la melhor através da ação. In: BRANDÃO, Carlos (org.). **Pesquisa Participante**. 6. ed. São Paulo: Brasiliense, 1986.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou Comunicação?** 8. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983. Disponível em: <https://docs.google.com/file/d/0B17CBePMBxFWVXIDY1RnSTdvvbk0/edit>. Acesso em: 19 jan. 2020.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Esperança: um encontro com a pedagogia do oprimido**. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GIROUX, Henry. **Escola crítica e política cultural**. São Paulo: Cortez, 1987.

GIROUX, Henry. **Pedagogia Radical**. Subsídios. São Paulo: Cortez, 1983.

GIROUX, Henry. **Teoria Crítica e Resistência em Educação**. Petrópolis: Vozes, 1986.

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa Qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rae/v35n3/a04v35n3.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2020.

GALIETA NASCIMENTO, Tatiana; VON LINSINGEN, Irlan. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergência**, Toluca, México, v. 13, n. 42, p. 95116, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.org.mx/pdf/conver/v13n42/v13n42a6.pdf>. Acesso em: 19 maio 2021.

ROSA, Suiane Ewerling da; AULER, Décio. Não Neutralidade da Ciência-Tecnologia: Problematizando Silenciamentos em Práticas Educativas CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 9, n. 2, p. 203-231, nov. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2016v9n2p203>. Acesso em: 23 maio 2021.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; AULER, Décio (org.). **CTS e Educação Científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Ed. UnB, 2011.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110-132, jul./dez. 2002. Disponível em: <https://www.redalyc.org/html/1295/129518326002/>. Acesso em: 24 maio 2019.

SILVA, Tomaz Tadeu da. **Documentos de Identidade: uma Introdução às Teorias de Currículo**. 3. ed. São Paulo: Autêntica, 2010. Disponível em: <https://sites.google.com/site/teoriasdecurriculo/home/livro>. Acesso em: 24 abr. 2020.

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

Capítulo 2

Elaboração e aplicação de uma sequência didática para o estudo das funções orgânicas com enfoque CTSA

Ejane Dusek de Novaes Monteiro
Marcia Narcizo Borges

Introdução

O desejo de desenvolver a pesquisa apresentada neste trabalho partiu do incômodo de uma das autoras, que pautada em sua experiência ao longo de anos no Ensino de Química na Educação Básica observou que os alunos apresentavam dificuldade para reconhecer os grupos funcionais e correlacioná-los a suas propriedades, reatividades e aplicações. Desse modo os estudantes quase sempre optam pela memorização, um recurso que acaba comprometendo a aprendizagem, pois não supera o domínio da representação factual e serve apenas para reproduzir informações de forma literal e arbitrária (Zabala, 1998).

De acordo com Santos (2007), articular uma proposta pedagógica nas quais situações do cotidiano interajam com os sujeitos envolvidos é uma estratégia educacional de grande valia capaz de auxiliar no processo de construção de significados na vida destes educandos. Desta forma, os professores se tornam mediadores realizando esta ligação entre o conhecimento e o cotidiano de seus alunos. Segundo Agostini (2018), a educação crítica faz parte de um processo conscientizador e problematizador compromissada com um amplo projeto de educação que ressignifica a vida.

Quando o enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) é aplicado no processo ensino-aprendizagem é possível auxiliar no desenvolvimento da conscientização crítica dentro de um contexto histórico e social para que os educandos possam tomar decisões e agir com responsabilidade enquanto cidadãos participantes e ativos na sociedade (Dionysio *et al.*, 2020). Santos (2007) nos diz que os professores podem dinamizar os processos de construção de aprendizagem com significado na vida dos educandos, se conseguirem estabelecer uma ligação entre o conhecimento e o cotidiano dos alunos com o escolar. Para isso é importante que o professor, entre outras coisas, se aproprie de estratégias metodológicas que sejam capazes de mobilizar o interesse do estudante para aprender. Sendo assim, acreditamos que o uso de uma sequência didática seja uma ferramenta metodológica muito útil, pois os conteúdos a serem ensinados podem ser abordados em função do tema norteador da respectiva unidade de conhecimento a ser ensinada, encadeada por módulos com objetivos de específicos de aprendizagem que se conectam entre si. Uma vantagem é que os módulos ou etapas da sequência didática tem duração flexível que não se limitam a serem executados por aula e outra é que se pode usar diferentes recursos e estratégias de avaliação em cada etapa da sequência didática. Isso faz com que seja possível mobilizar o interesse por parte de um número maior de alunos.

Concordamos com Chassot (2018) que o conhecimento de Química é inútil quando ensinado com ênfase na memorização e descontextualização. A maior dificuldade da Química é que sua linguagem escrita a partir de representações de fórmulas e equações muitas vezes não faz sentido para os alunos quando vão estudar propriedades e reatividade da matéria. Então, como ensinar grupos funcionais de compostos orgânicos: suas propriedades e reatividade de maneira a favorecer uma aprendizagem que faça sentido? Consideramos que ensinar o conteúdo relacionando-o a aspectos tecnológicos e socioambientais favorece uma visão mais contextualizada e crítica por parte dos estudantes a respeito da natureza das ciências e suas interferências no mundo social.

Segundo Silva, Silveira e Monteiro (2020), pela perspectiva de Paulo Freire, não se deve na prática educativa adaptar o estudante a uma realidade que é tida como “quase natural”, mas construir de forma dialogada e criativa as possibilidades de intervir no mundo para transformá-lo. É preciso combater a abordagem tradicional de ensino na qual o educador transmite o conhecimento cabendo aos educandos a função de memorizar os conteúdos ensinados, uma prática que é denominada por Paulo Freire de educação bancária (Freire, 2005). Como nos diz Freire (2015), os estudantes não são tábulas rasas e suas ideias do senso comum precisam ser respeitadas, no sentido de ressignificá-las e promover uma educação emancipatória.

Assim, este trabalho traz os resultados de uma pesquisa em sala de aula que visou realizar atividades de reflexão e problematização, dentro de um contexto de ensino, discutindo a respeito da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, juntamente com suas inter-relações com o conteúdo Funções Orgânicas, dentro de uma perspectiva crítica e de forma contextualizada.

Fundamentação teórica

Conceitos Elementares da Pedagogia de Paulo Freire sobre o Tema Gerador

Segundo Paulo Freire (2005), precisamos desafiar o educando a formular não só respostas como também a criarem um plano de ação para a solução de problemas apresentados. Para que isso ocorra é necessário propormos uma situação existencial concreta e presente como problema, os chamados “*Temas Geradores*”.

A politicidade do ato educativo e a inexistência de uma educação neutra são segundo Feitosa e Gadotti (1999) os dois princípios fundamentais do método Paulo Freire de ensino. Para Freire, é na construção e reconstrução contínua de significados de um contexto real, que se aprende não só a escrever a palavra sociedade, como atuar sobre ela.

No método freireano o professor contraria a visão tradicionalista problematizando discussões no levantamento de questões para que os alunos exponham suas opiniões sobre o problema apresentado e através de um constante diálogo em uma parceria professor-aluno apresentem soluções aos questionamentos apresentados, nos levando ao segundo princípio do método chamado de *dialogicidade do ato educativo*. A dialogicidade inicia antes mesmo do início da parceria mencionada acima, professor-aluno, na fase da inquietação em torno do conteúdo a ser elaborado. Esse princípio pode estar presente em diferentes situações: entre educador e educando e entre educando e educador e o objeto do conhecimento e suas relações com a natureza e a cultura (Nascimento; Linsingen; 2006).

Os temas geradores precisam ser retirados da problematização do cotidiano dos alunos. Assim, Freire (2005) propõe três momentos para esta extração: 1º momento – Investigação Temática, onde é realizado uma busca de conhecimentos do educando, ou seja, o estudo da realidade que irá definir o ponto de partida que será o tema gerador; 2º momento – Tematização, selecionar as palavras que representem a realidade construída pelos alunos favorecendo desta forma uma interação entre a realidade e sua respectiva ilustração; 3º momento – Problematização, suscitar discussões com o objetivo de encadear novas ideias ao contexto atual em que o educando está inserido favorecendo a uma visão crítica sobre o tema apresentado.

Concepções Ciência, Tecnologia, Sociedade e suas relações com a Educação

Após a Segunda Guerra Mundial, com os desdobramentos nos anos de 1960 e 1970 de grande impacto ambiental, muitos intelectuais e pesquisadores começaram a despertar para uma consciência crítica quanto às questões éticas e a qualidade de vida da sociedade industrializada. O medo dos excessos tecnológicos e o questionamento ao positivismo científico-tecnológico favoreceu as condições para o surgimento de propostas do movimento CTSA (Santos; Mortimer, 2002).

O movimento CTSA tem por objeto de estudo compreender os impactos de avanços de cunho científico-tecnológico na sociedade e no meio ambiente, bem como a influência que a Sociedade/Ambiente tem no desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia (Bazzo, 2003). Mais tarde entendendo que a questão ambiental é uma questão social, a sigla CTS passou a ser mais utilizada. No entanto, nesse trabalho assumimos a sigla CTSA.

Os avanços tecnológicos interferem nas necessidades do indivíduo que são incorporados a novos hábitos em seu cotidiano. Essa demanda crescente por novos aparatos tecnológicos não é uma opção individual, mas coletiva. Meios de transporte, medicamentos e tudo o mais que envolve nossa sociedade criam novas preocupações que precisam ser levadas em consideração dentro do contexto educacional.

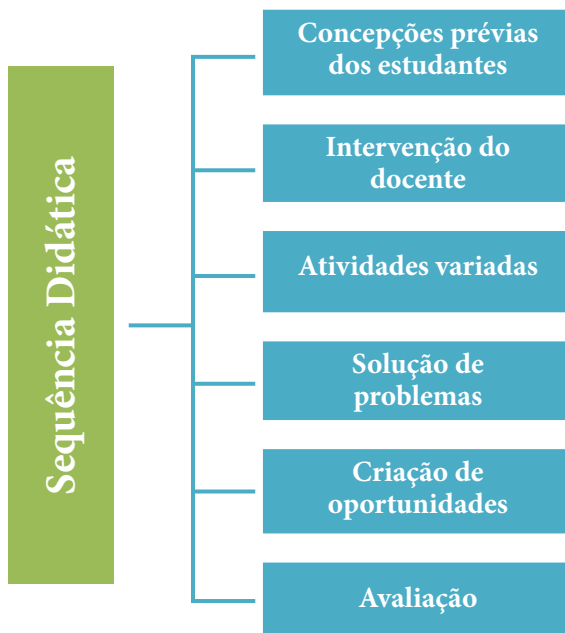
O ensino sob a óptica CTSA propicia a construção de uma formação crítica dos educandos auxiliando-os a tomar decisões no que tange o impacto do desenvolvimento científico-tecnológico na sociedade e vice-versa (Fagundes *et al.*, 2009). Nesse contexto, o Ensino de Ciências precisa estar mais comprometido e problematizador proporcionando um maior significado aos temas abordados em sala de aula, sendo assim, mais eficaz para o desenvolvimento da cidadania dos educandos. Para isso, Santos e Mortimer (2000) sugerem estratégias a serem usadas nas aulas com enfoque CTSA, como: questionamentos, soluções de problemas, debates, realização de projetos, fóruns, ações comunitárias, entre outras.

Aspectos Gerais de uma Sequência Didática

A sequência didática corresponde a uma série de atividades articuladas sequenciadas e de estratégias, ou seja, uma forma de organização de trabalho pedagógico, planejado com o objetivo de promover o ensino-aprendizagem (Leal, 2013). As atividades precisam seguir um nível de dificuldade crescente com a finalidade de que os alunos possam gradativamente ir construindo seus conhecimentos.

Leal (2013) apresenta alguns critérios essenciais para a elaboração de uma sequência didática, conforme apresentado na Figura 1. Segundo Zabala (1998), a sequência didática deve levar em consideração os conhecimentos que os alunos trazem consigo promovendo um conflito cognitivo, ou seja, o aluno precisa se deparar com alguma situação e perceber que seus conhecimentos não são suficientes para solucionar a questão proposta e desta forma, gerar uma atitude favorável de motivação, levando-o à compreensão e como consequência, a uma aprendizagem efetiva. Ainda segundo Zabala (1998), o levantamento de hipóteses, a análise e a interpretação de conhecimentos devem ser ações a serem motivadas entre os alunos. A avaliação deve estar presente em todos os momentos da sequência didática e não somente na atividade final, pois desta forma, como é uma metodologia flexível, irá se adequando conforme as necessidades durante o processo ensino-aprendizagem.

Figura 1 – Critério de uma sequência didática



Fonte: elaboração das autoras, 2016.

Sendo assim, chegamos ao objetivo geral da nossa pesquisa, que é desenvolver e aplicar uma sequência didática através do tema gerador “Poluição Ambiental”, propondo que os alunos aprendam as diferentes funcionalidades dos compostos orgânicos de modo relevante, através de exercícios de reflexão e problematização, discutindo a respeito da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente numa perspectiva crítica e emancipatória.

Escolhemos abordar as diferentes funcionalidades dos compostos orgânicos porque trata-se de um conteúdo que apresenta muitos dados conceituais de memorização, sendo considerado pelos alunos como abstrato e sem significado para o seu cotidiano. Considerando este problema propôs-se uma metodologia de ensino diferenciada, uma sequência didática, articulada com uma proposta CTSA, para o estudo mencionado neste parágrafo.

Caminho Metodológico

O trabalho aqui apresentado resulta de uma pesquisa de abordagem qualitativa e de natureza aplicada, pois pretende ter uma finalidade prática buscando soluções para o problema apresentado, a fim de transformar em ação concreta os resultados obtidos. Pode ser considerada ainda como uma pesquisa-ação, pois através de um tema gerador social, buscou-se levar os educandos a resolução de um problema coletivo favorecendo condições para que os educandos revissem suas práticas de forma crítica e reflexiva, analisando seu papel enquanto cidadão (Baldissera, 2001).

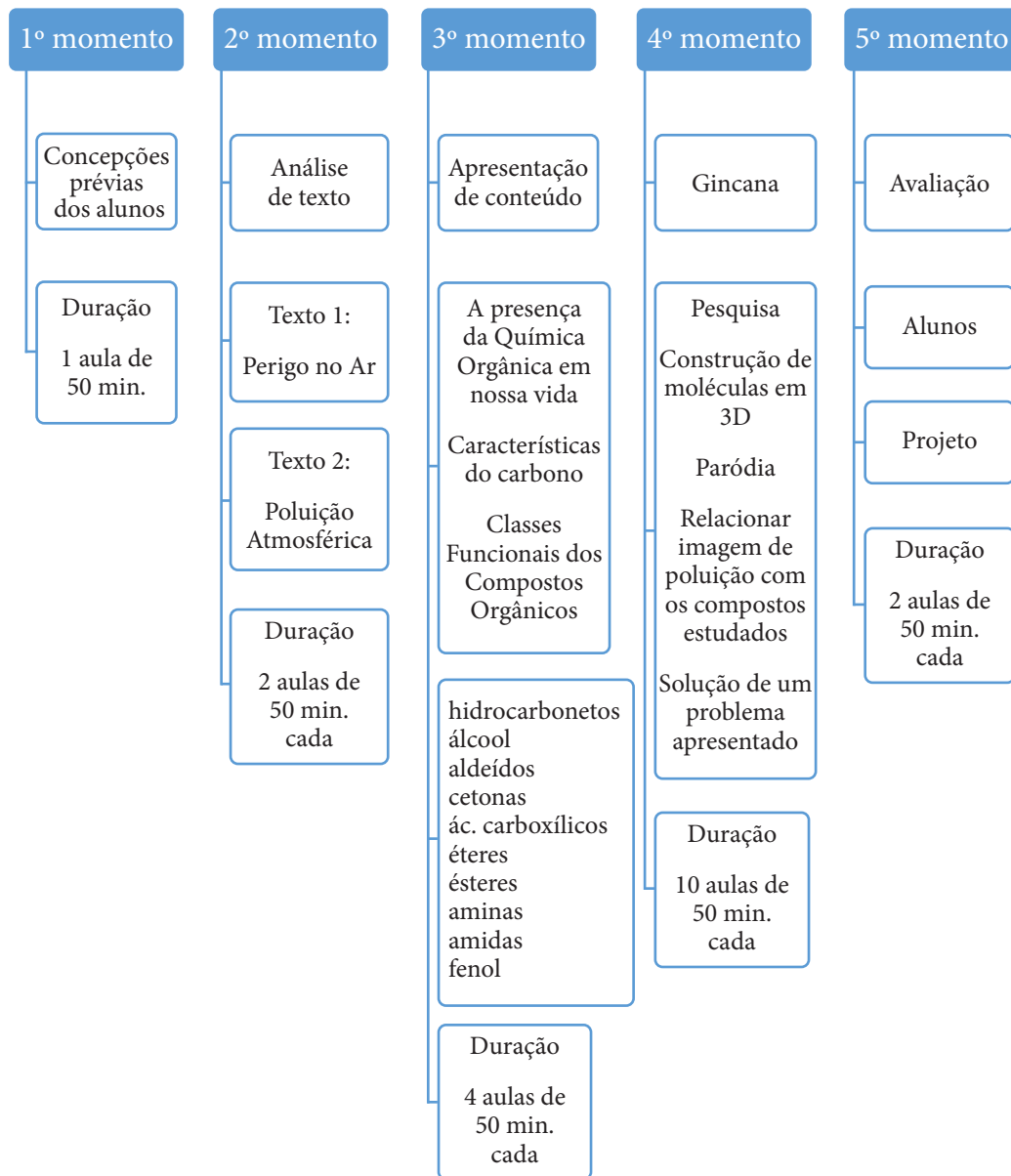
Por isso, resolvemos recorrer a estratégias e recursos metodológicos que favorecessem uma participação mais ativa dos estudantes nas aulas, de modo que eles se sentissem estimulados e desafiados a usar o conhecimento químico para propor a solução de problemas. O tema “Poluição Ambiental” surgiu como ponto de partida para a abordagem da Química, por fazer parte da realidade de abandono de políticas públicas sanitárias e ambientais vivida pelos alunos e da comunidade escolar onde a pesquisa seria aplicada.

O estudo foi desenvolvido em uma escola pública no Município de São João de Meriti/RJ, na Baixada Fluminense, que funciona com Ensino Fundamental e Ensino Médio Regular. A amostra envolveu alunos de duas turmas do terceiro ano do Ensino Médio, num total de 44 estudantes com uma faixa etária de 16 a 18 anos. O projeto foi realizado durante os meses de agosto e setembro do ano de 2016, utilizando a cada semana duas aulas consecutivas com duração de 50 minutos para cada aula em um total de 18 aulas, que foram organizadas em cinco momentos de acordo com a Figura 2. Embora a avaliação conste somente no quinto momento, ela foi realizada de forma contínua durante todos os momentos e etapas da sequência didática redirecionando-a, quando necessário para que os objetivos de aprendizagem propostos fossem alcançados.

O tema “Poluição Ambiental” emergiu após uma investigação de interesses realizada com os educandos. Através de um questionário diagnóstico aberto, foi realizado um estudo de interesse dos educandos, para desta forma escolher um tema socialmente relevante para os alunos e definir o ponto de partida, ou seja, o tema gerador. Esse tema, dado seu potencial problematizador favorece a abordagem CTSA no ensino de Química para que o aluno assuma uma postura reflexiva e crítica da realidade.

Para desenvolver essa proposta foram levantadas as concepções prévias dos estudantes sobre poluição ambiental para nortear e ajustar as ações a serem realizadas na sequência didática. Os alunos foram distribuídos em cinco grupos e cada um recebeu uma pasta para registro de informações e observações durante as aulas. Priorizamos a realização de atividades variadas para potencializar o desenvolvimento cognitivo e conseqüentemente, facilitar o aprendizado dos estudantes.

Figura 2 – Momentos da sequência didática



Fonte: elaboração das autoras.

Os dados utilizados neste trabalho foram coletados durante todo o desenvolvimento das ações pedagógicas, com o uso dos seguintes instrumentos: observação, aplicação de um questionário diagnóstico, gravações de vídeos, registros escritos, utilização do *software* Avogadro, questionário final e pós-teste.

Percepções gerais sobre o estudo desenvolvido

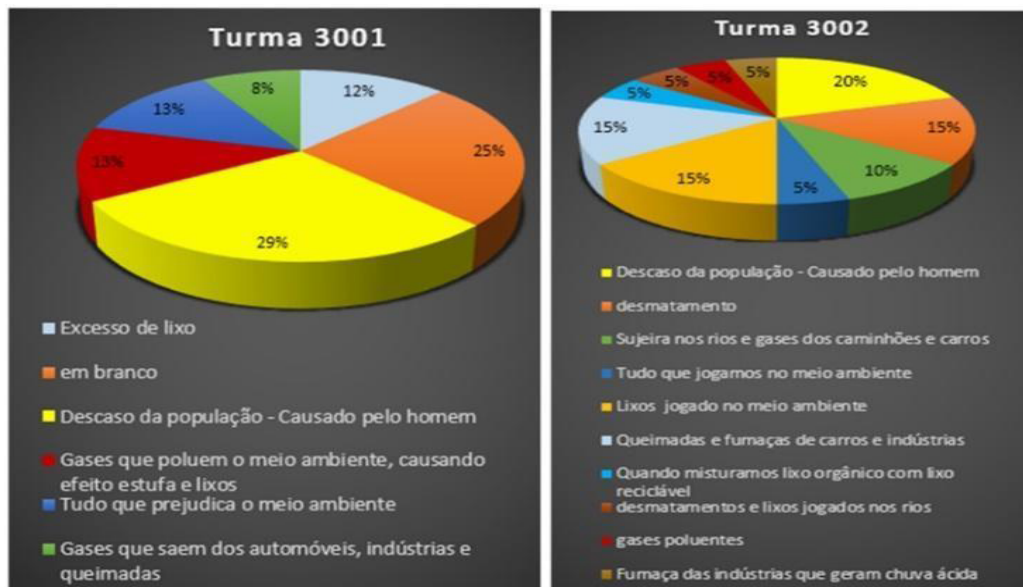
Articulando a abordagem com enfoque CTSA ao Ensino de Química, almejamos contribuir para o desenvolvimento da formação cidadã dos educandos construindo conhecimentos que contribuam para a formação no exercício da sua cidadania. O primeiro momento da sequência didática foi iniciado através de um questionário diagnóstico, semiestruturado com a finalidade de investigar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo que seria abordado, pois segundo as concepções de Paulo Freire, em seu livro “Pedagogia da Autonomia”⁹ quando esse conhecimento é valorizado provoca o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa com criticidade, onde todo conhecimento novo pode se integrar e modificar o que já existe, sendo preservada a essência do conhecimento antigo.

No primeiro momento, foi feita a escolha do tema gerador “Poluição Ambiental”. O tema emergiu após uma investigação de interesses realizada com os educandos que sofriam com enchentes frequentes provocadas pelo acúmulo de lixo na região.

Foi aplicado um questionário diagnóstico e a principal pergunta visava conhecer o que eles pensavam sobre poluição ambiental. As perguntas foram respondidas por um total de 44 alunos, sendo 24 alunos da turma 3001 e 20 alunos da turma 3002. Na Figura 3 podemos observar os resultados obtidos deste questionário.

9 Nesse livro Freire introduz o conceito de Pedagogia da autonomia explicando suas razões para analisar a prática pedagógica do professor em relação à autonomia de ser e de saber do educando.

Figura 3 – Respostas das turmas sobre o que entendiam por poluição ambiental



Fonte: elaboração das autoras.

De uma forma geral, as turmas investigadas entendiam poluição ambiental de uma maneira muito diversificada, sendo a manifestação do fenômeno propriamente dito, como por exemplo, através dos gases poluentes liberados na atmosfera, ou seja, nas ações, ao apontarem os dejetos jogados indevidamente nos rios. A maioria atribuiu o problema ao descaso da população, sem distinção de graus de responsabilidade entre agentes públicos, os donos das indústrias ou do vizinho que joga lixo num terreno baldio. Por outro lado, é possível perceber que os estudantes estavam conscientes sobre os problemas ambientais do cotidiano, percebido em torno de suas vivências. Essa consciência é a base para fomentar a aprendizagem de conteúdos visando um letramento científico vinculado a uma reflexão quanto à participação e responsabilidades individuais e coletivas dentro do corpo social. De acordo com os pressupostos de Paulo Freire (1996), para que o indivíduo desenvolva uma conscientização e aprimoramento intelectual é ne-

cessário que a ampliação de seus conhecimentos se dê não só em torno do conhecimento técnico, mas que envolva as dimensões sociais e políticas.

Após a aplicação da diagnose, na mesma aula, iniciou-se o segundo momento da SD para que os alunos fizessem considerações sobre como os produtos e inovações tecnológicas e hábitos de consumo geram diferentes tipos de lixo que impactaram de forma direta ou indireta o meio ambiente. Foram apresentados textos sobre poluição ambiental juntamente com um questionário e os alunos foram distribuídos em grupos para realizar as leituras. As análises dos textos deveriam ser registradas no caderno e depois compartilhadas oralmente com a turma. Ao apresentarem suas considerações, os estudantes relataram dificuldades ocasionadas principalmente pelo desconhecimento do significado de algumas palavras e conceitos. Para viabilizar a capacidade interpretativa e argumentativa crítica acerca dos textos, foi necessário parar e auxiliar os estudantes numa pesquisa tanto em dicionários quanto nos livros para que os significados das palavras pudessem ser compreendidos. Essa atividade contribuiu muito para que se percebesse que a leitura e interpretação textual são problemas reais que dificultam a aprendizagem em qualquer disciplina. Foi possível notar também que alguns conceitos químicos abordados nas séries anteriores não haviam sido bem compreendidos e por isso fez-se uma breve revisão, já integrada ao terceiro momento. As palavras volátil, dispersão, fuligem, estratosfera e fotoquímica foram as que mais suscitaram dúvidas quanto ao significado.

No terceiro momento, com duração de quatro aulas de 50 minutos cada, após a análise da diagnose, foi verificado que os alunos admitiram nunca terem parado para pensar e refletir sobre a composição química dos produtos utilizados em seu cotidiano e sua respectiva aplicação. Durante a aula foi levantada uma discussão sobre as inovações tecnológicas, seus benefícios e malefícios e as possíveis consequências ambientais dos descartes inadequados do lixo no meio ambiente e sobre os derramamentos ocasionais de óleo na Baía de Guanabara.

A partir desse momento, seguiram-se aulas expositivas dialogadas iniciando com as propriedades dos átomos de carbono, os postulados de Kekulé, hibridação,

cadeias carbônicas e finalizando com os principais grupos funcionais orgânicos e alguns de seus compostos. Os alunos foram orientados a verificarem em suas residências os rótulos de produtos de cosméticos, de limpeza, de remédio, dentre outros, observando sua composição química e realizando os devidos registros.

No quarto momento, o mais longo do trabalho com duração de dez aulas de 50 minutos cada, foi realizada a gincana denominada “Construindo Conhecimentos”. A gincana foi elaborada contendo 5 tarefas de acordo com o Quadro 1 apresentado.

Quadro 1 – Resumo da Gincana

<i>Tarefas</i>	<i>Objetivo</i>
1º) Pesquisa	Os alunos deverão ser capazes de pesquisar sobre as características das funções orgânicas selecionadas para sua equipe, utilizando livros didáticos e a internet. Realizar uma síntese sobre toda a pesquisa, através das perguntas relacionadas à tarefa.
2º) Construção de modelos tridimensionais no computador	Utilizando um computador, construir moléculas tridimensionais da sua respectiva função orgânica.
3º) Paródia	Criar uma paródia sobre a função orgânica selecionada para a sua equipe utilizando as informações pesquisadas.
4º) Relacionar imagens de poluição às funções orgânicas	Identificar as funções orgânicas presentes em uma imagem contendo poluição.
5º) Solução-problema	Apresentar uma proposta para um problema ambiental apresentado.

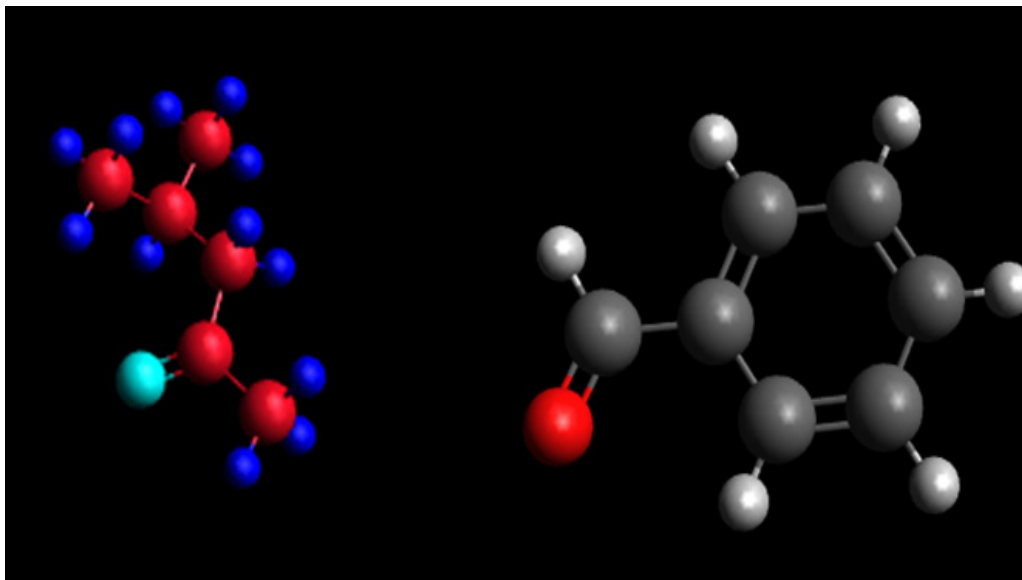
Fonte: elaboração das autoras.

Na primeira tarefa, os grupos tiveram dificuldades em relacionar e exemplificar as funções orgânicas em substâncias presentes em poluentes e por este motivo houve a necessidade de um maior aprofundamento sobre o conteúdo.

A partir daí as demais perguntas desta tarefa foram respondidas sem maiores dificuldades e todas as equipes corresponderam às expectativas e souberam relacionar as substâncias pesquisadas com suas respectivas funções e aplicações, apresentando oralmente os resultados para que todos os grupos compartilhassem as informações coletadas.

Durante a segunda tarefa da gincana, alguns grupos encontraram dificuldades em representar as moléculas de forma tridimensional e suas disposições espaciais levando em conta a isomeria, mas todos os grupos cumpriram com a tarefa solicitada de forma satisfatória como podemos verificar na Figura 4.

Figura 4 – Representação tridimensional das moléculas 4-metil- pent-2-ona (turma 3002) e benzaldeído (turma 3001) respectivamente

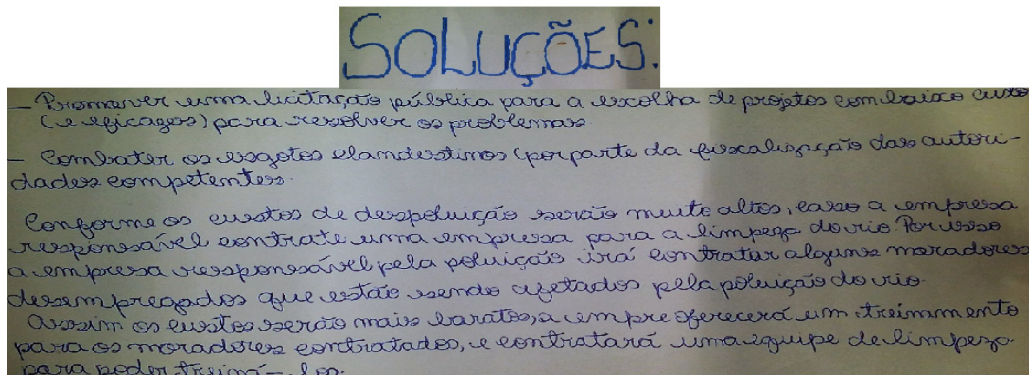


Fonte: elaboração das autoras.

A terceira tarefa a ser realizada foi a criação de paródia, auxiliando no processo de memorização ajudando no entendimento da formação de conceitos, desenvolvendo o raciocínio, criatividade e a socialização servindo como um apoio na busca da aprendizagem (Machado, 2015). Na quarta tarefa foram apresentadas

Os dois grupos cobram providências da empresa, mas enquanto o grupo da turma 3001 tem uma preocupação mais técnica: retirada do lixo, tratamento da água e maior rigor na fiscalização, o grupo da turma 3002 tem uma preocupação mais social. Nesse caso, os alunos se posicionaram enquanto cidadãos diante de um problema apresentado, realizando desta forma um exercício de reflexão e problematização a respeito da ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, a procura de soluções para diminuir o impacto ambiental apresentado na problematização. A proposta apresentada almejava beneficiar tanto a empresa quanto os moradores, impactando também a questão de desemprego. Como não há menção a desemprego no problema dado, acreditamos que eles tenham incorporado a realidade deles na solução. Vimos no trabalho aqui exemplificado e em vários outros a produção de um discurso emancipatório, que só foi possível num contexto de incentivo ao questionamento e ao diálogo em torno da condição social daqueles que são os mais vulneráveis. Esses alunos são aqueles que usufruem muito pouco do desenvolvimento científico e tecnológico, mas estão impactados diariamente pela degradação ambiental no seu entorno.

Figura 6 – Trabalho Equipe Aldeído e Éster, turma 3002



Fonte: elaboração das autoras.

Finalizamos ressaltando que durante toda a aplicação da sequência didática foi realizada uma avaliação diagnóstica e contínua, levando em consideração os seguintes aspectos: a atenção do aluno, argumentar com coerência e coesão nas respostas, apresentação das ideias, reflexões e experiências e toda a criticidade desenvolvida durante o processo. Assim, de modo nítido observamos uma mudança comportamental dos alunos com uma postura mais argumentativa e crítica.

Considerações finais

Através desta pesquisa, buscamos promover uma atitude crítica dos alunos que participaram deste trabalho, auxiliando-os na construção de conhecimentos e promovendo sua formação para o exercício da cidadania.

As atividades envolvendo ludicidade motivaram os alunos ao desejo do aprendizado, através de um ensino contextualizado, estabelecendo uma relação do conteúdo com o cotidiano. Os resultados analisados indicaram que a sequência didática contribuiu para a ampliação dos conhecimentos dos alunos, pois através das discussões realizadas foi percebido o interesse pelo tema do trabalho e a dedicação em executar as tarefas solicitadas. Acreditamos que o projeto é viável em qualquer contexto escolar, pois se trata de uma metodologia flexível que permite adaptações.

Esperamos com esta pesquisa ter despertado nos demais profissionais da área, uma reflexão quanto ao seu papel como educador e que se sintam motivados a promover ações sob a mesma perspectiva, fazendo com que seus alunos assumam uma postura reflexiva dentro do processo ensino-aprendizagem de modo relevante e significativo em nossa sociedade.

Referências

ACEVEDO-DIAZ, José Antonio. Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias através de CTS. Organização de Estados Iberoamericanos. Para la Educación la Ciencia y la Cultura. **Revista Borrador**, Huelva, Espanha, v. 13, p. 26-30, 1996.

AGOSTINI, Nilo. Conscientização e Educação: ação e reflexão que transformam o mundo. **Pro-Posições**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 187-206, set./dez. 2018.

COLOMBO, Ciliana R.; BAZZO, Walter Antonio. Educação tecnológica contextualizada, ferramenta essencial para o desenvolvimento social brasileiro. **Revista Ensino de Engenharia da Abenge**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 9-16, ago. 2001.

DIONYSIO, Renata Barboza *et al.* Representatividade de Paulo Freire no ensino de CTS brasileiro: olhares por meio da análise de redes sociais. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, Bogotá, Colombia, v. 15, n. 3, p. 460-470, sept./dic. 2020.

FEITOSA, Sonia Couto Souza; GADOTTI, Moacir. **Método Paulo Freire: princípios e práticas de uma concepção popular de educação**. 1991. 139 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 46. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.

LEAL, Cristianni Antunes. **Sequência didática. Brincando em sala de aula: uso de jogos cooperativos no ensino de Ciências**. 2013. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

MACHADO, Luiz André Rospa. **A paródia como objeto de aprendizagem**. 2015. 68 f. Monografia (Especialização em Mídias na Educação) – Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

NASCIMENTO, Tatiana Galieta; LINSINGEN, Irlan Von. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergencia**, Toluca, México, v. 13, n. 42, p. 95-116, sept./dic. 2006.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira. Contextualização no ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, número especial, nov. 2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110-132, dez. 2000.

SILVA, Aroldo Nascimento *et al.* Articulação entre a pedagogia freireana e o enfoque CTSA: análise de uma experiência de formação docente. Educação Química. **Revista Unila**, Foz do Iguaçu, v. 4, n. 2, p. 1-22, 2020.

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

Capítulo 3

Análise da inserção CTSA em um livro didático do Ensino Médio sobre o tema Eletroquímica

Bárbara Mulè Gonçalves
Joana Guilares de Aguiar

Introdução

Ainda que o progresso científico-tecnológico afete de forma decisiva o dia a dia da população, poucos compreendem as implicações que esses avanços acarretam em suas vidas. Diante disso, se torna imprescindível a democratização do conhecimento científico a fim de que os cidadãos “possam compreender melhor o mundo que os rodeia e intervir de modo responsável” (Viecheneski; Silveira, 2012, p. 1). Para tal, a educação se mostra uma importante ferramenta na promoção da chamada Alfabetização Científica, isto é, do ensino de Ciências da Natureza voltado para a formação cidadã dos estudantes, visando o domínio e uso dos conhecimentos científicos e de seus efeitos no cotidiano (Sasseron; Carvalho, 2011).

Para que haja condições favoráveis à ocorrência da Alfabetização Científica é necessário que as propostas de ensino sejam pautadas em três eixos estruturantes (Sasseron; Carvalho, 2008): (1) compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, (2) compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática e, (3) entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Somado a isto, torna-se fundamental que os estudantes usufruam de um ensino de Ciên-

cias que fuja da mera transmissão de noções e conceitos científicos e promova confrontos frequentes com problemas reais.

No ensino de Química, por exemplo, a contextualização tem sido utilizada como forma de tornar as aulas mais propícias para a ocorrência da Alfabetização Científica, proporcionando o que Akahoshi *et al.* (2018, p. 125) define como “a possibilidade de uma integração entre o conhecimento específico e questões problemáticas relacionadas aos temas de interesse dos alunos e da sociedade”. Segundo Macedo e Silva (2014), a contextualização é apresentada nos documentos oficiais, tais como os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e Diretrizes Curriculares do Ensino Médio (DCNEM), a partir de diferentes enfoques, em que pode haver a aproximação do conteúdo com o cotidiano do aluno em um sentido amplo, a aproximação e relação entre conhecimentos de diversas áreas científicas (interdisciplinaridade), um possível caminho a fim de minimizar os danos causados no processo de transposição didática e, um meio de relacionar aspectos socioculturais e históricos a fim de se alcançar a Alfabetização Científica.

Uma das estratégias de contextualização mais empregadas no ensino de Química é a abordagem CTSA (Ciência - Tecnologia - Sociedade - Ambiente). Esta visa a construção de um pensamento crítico por parte dos alunos através de uma maior relação entre o conteúdo ministrado em sala de aula e questões científico-tecnológicas tratadas sob os vieses político-econômico e socioambiental. Diante disso, a abordagem CTSA implica em uma mudança na ênfase curricular, especialmente no que se refere à utilização de materiais didáticos consonantes com esse enfoque (Akahoshi *et al.*, 2018; Ricardo, 2007).

O tema Eletroquímica, por exemplo, é um assunto com grande potencial de inserção CTSA devido à sua relevância social, especialmente no que se refere às preocupações energéticas e ambientais da atualidade. Além disso, é um tema passível de mobilizar conhecimentos não apenas científicos, mas também tecnológicos. Contudo, devido ao caráter multirrepresentacional dos modelos científicos que este tema requer e a forma descontextualizada com que geralmente é ministrada,

eleva-se o grau de abstração necessário para a compreensão do tema. Como consequência, é possível encontrar na literatura relatos de dificuldades de compreensão dos seus conceitos por parte dos alunos. Tal fato foi observado por Caramel e Pacca (2011), que notaram grande defasagem no domínio da relação entre corrente elétrica e as reações químicas pelos estudantes no estudo que realizaram.

Os livros didáticos são importantes instrumentos de uso cotidiano na vida escolar e uma das principais bases teórico-metodológicas para os professores e de suporte para os alunos (Melzer *et al.*, 2008 *apud* Stadler *et al.*, 2012). Esses notórios artefatos na mediação entre o conhecimento científico e o sujeito podem servir como elementos facilitadores na consolidação da abordagem CTSA em sala de aula. Entretanto, é importante que estes perpassem a mera utilização de exemplos do cotidiano como forma de ilustração de conceitos e proponham níveis mais avançados de contextualização, ou seja, a problematização (Akahoshi *et al.*, 2018). Diante disso, é necessária uma análise do modo como a articulação CTSA se faz presente nos principais livros didáticos de Química do Ensino Médio adotados no país, visto que “[...] o conteúdo dos livros didáticos é em grande medida representativo do que é ministrado pelos professores em sala de aula” (Lopes, 1992, p. 254). Diante de todo o exposto, o objetivo desta pesquisa foi analisar a inserção CTSA em Unidades Didáticas (UD) de um livro didático de Química do Ensino Médio sobre o tema Eletroquímica.

Metodologia

A referida pesquisa apresenta uma natureza metodológica qualitativa-descritiva. Segundo Creswell (2013), a abordagem qualitativa se utiliza de pressupostos como suposições e o uso de referenciais interpretativos/teóricos, coleta de dados e a análise destes com posterior estabelecimento de padrões para o desenvolvimento do conhecimento.

Contexto da pesquisa

O livro didático de Química escolhido faz parte do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) do ano de 2018 pertencente ao “Guia de livros didáticos - Ensino Médio” divulgado pelo Ministério da Educação (Brasil, 2017). Os critérios para a escolha se fundamentaram nas propostas didático-pedagógicas contidas nas obras componentes do PNLD 2018. Dentre as coleções aprovadas, aquela que se mostrou mais alinhada à perspectiva CTSA foi a *Química Cidadã* dos autores Wildson Santos e Gerson Mól. Sua iminente abordagem CTSA é mencionada pelos autores no seguinte trecho retirado da versão “Manual do professor” dos três livros pertencentes à coleção:

[...] a abordagem temática é assumida no livro como elemento constitutivo de formação para a cidadania, consolidando o uso de ferramentas do conhecimento químico no encaminhamento de soluções de problemas sociais, desenvolvendo valores e atitudes. É com essa abordagem que explicitamos, claramente, relações Ciência-Tecnologia-Sociedade – CTS – e que efetivamos a educação ambiental, temática abordada com muita ênfase ao longo dos três livros da coleção. (Santos; Mól, 2016, p. 300)

Esta visão é corroborada no tópico “Análise da obra” presente no Guia de livros didáticos – Ensino Médio do PNLD 2018, conforme excerto transcrito a seguir:

Ao assumir a formação para a cidadania como eixo central, numa proposta pedagógica de valorização do protagonismo do estudante, a coleção promove a discussão do conhecimento químico em diferentes dimensões sociais, culturais e ambientais, valorizando o pensamento próprio do estudante e propondo situações de ação social na busca de uma sociedade mais sustentável. (Brasil, 2017, p. 48)

Procedimento de coleta e análise de dados

A coleta de dados foi feita a partir de algumas delimitações. O capítulo referente ao tema em estudo foi determinado, assim como as UD mais específicas. Ao longo de cada UD, os elementos considerados para análise foram: textos, ilustrações, experimentos e outras atividades não enquadradas nos elementos anteriores. Os elementos das UD foram avaliados considerando múltiplas dimensões de análise, com critérios pré-estabelecidos adaptados de estudos já referenciados na literatura. O Quadro 1 reúne as informações principais sobre o procedimento de análise dos dados.

Quadro 1 – Dimensões e critérios de análise dos elementos das UD e a referência de base

<i>Elementos das UD</i>	<i>Dimensão de análise</i>	<i>Critérios</i>	<i>Referência de base</i>
<i>Textos</i> (Recursos textuais que compõem a redação principal)	Natureza da informação	Científica, Tecnológica, Social, Ambiental	Marcondes <i>et al.</i> (2009); Akahoshi, (2012).
	Problematização	Presença: sim ou não	
	Relação com o tema	Níveis de relação: 0 a 2	
<i>Ilustrações</i> (Recursos imagéticos estáticos e suas legendas)	Propósito Didático	Analogia, Exemplo, Representação (macroscópica, submicroscópica, simbólica), Cotidiano, CTSA, Problematização	Johnstone (2009); Mortimer; Machado; Romanelli (2000).
<i>Experimentos</i> (Atividades de caráter experimental)	Natureza do experimento	Científico ou Cotidiano/CTSA	Marcondes <i>et al.</i> (2009); Akahoshi (2012).
	Relação com o tema	Níveis de relação: 0 a 2	
	Atividade investigativa	Nível de aproximação a uma atividade investigativa: N1 a N4	Silva (2011).

continua...

<i>Elementos das UD</i>	<i>Dimensão de análise</i>	<i>CrITÉrios</i>	<i>Referência de base</i>
<i>Outras atividades</i> (debates, jogos, pesquisas etc.)	Natureza da atividade e o conteúdo relacionado	Depende do tipo de atividade	Não há

Fonte: elaboração das autoras (2021).

Resultados e Discussão

O conteúdo escolhido para análise se encontra compreendido entre as páginas 185 e 242 do terceiro volume da coleção Química Cidadã. Para a delimitação de cada UD foram utilizados os subtópicos presentes no capítulo. Feito isso, foi realizada a contabilização da quantidade de cada elemento presente nas UD anteriormente delimitadas (Tabela 1) e uma apreciação sobre cada elemento descrito nas subseções a seguir.

Tabela 1 – Quantidade de elementos presentes nas UD

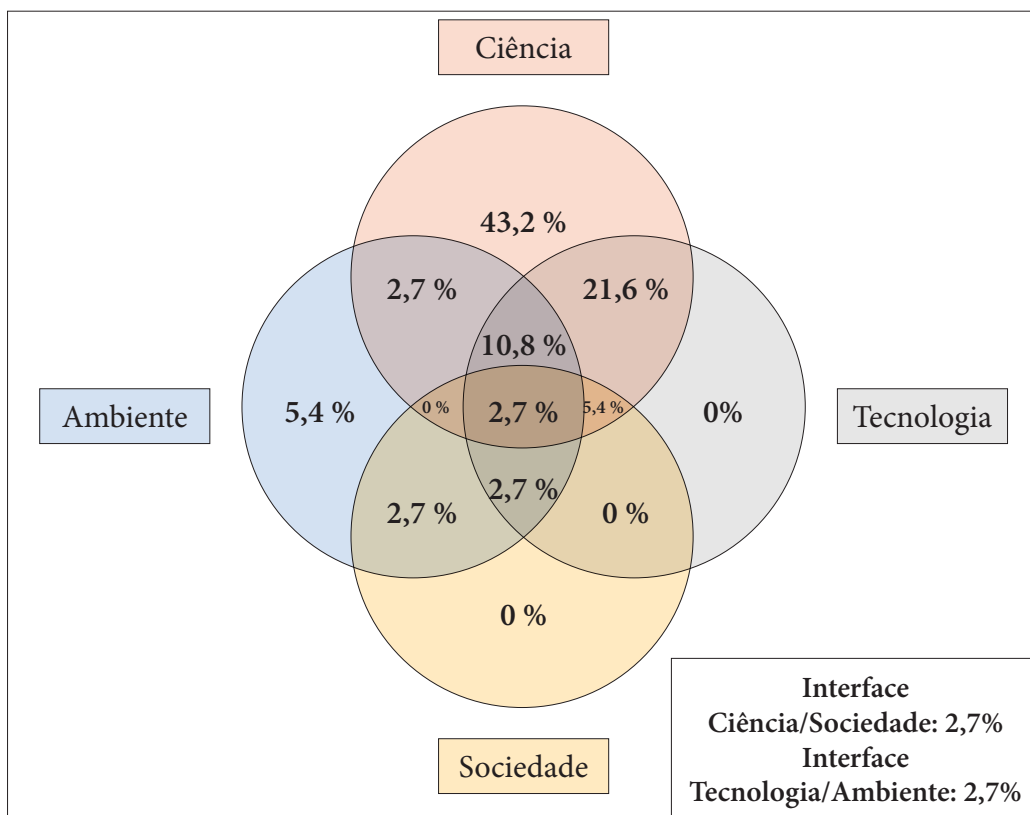
<i>Elementos</i>	<i>U D 1</i>	<i>U D 2</i>	<i>U D 3</i>	<i>U D 4</i>	<i>U D 5</i>	<i>U D 6</i>	<i>U D 7</i>	<i>U D 8</i>	<i>U D 9</i>	<i>U D 10</i>	<i>U D 11</i>	<i>U D 12</i>	<i>U D 13</i>	<i>Total</i>
<i>Textos</i>	2	7	1	1	2	1	2	3	1	7	5	1	4	37
<i>Ilustrações</i>	5	10	7	4	2	2	5	8	6	24	8	3	7	89
<i>Experimentos</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	2
<i>Outras atividades</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

Fonte: elaboração das autoras (2021).

Análise dos elementos textuais

A primeira análise dos textos considerou a natureza das informações conforme categorização em seus polos (C-T-S-A) e possíveis articulações. A frequência, em porcentagem, destas categorias em relação ao número total de elementos textuais do capítulo gerou o diagrama de Venn da Figura 1.

Figura 1 – Resultados da análise dos textos de acordo com a natureza da informação



Fonte: elaboração das autoras (2021).

Na Figura 1 é possível observar a notória predominância de uma linguagem científica nos recursos textuais do capítulo (categoria Ciência, 43,2%). Essa pre-

valência, em detrimento às demais categorias isoladas, já era um fato esperado, uma vez que esta é uma característica marcante dos livros didáticos das disciplinas científicas do currículo escolar como a Química. Segundo Ricardo (2007), os programas de tais disciplinas tendem a preservar conteúdos advindos exclusivamente, ou predominantemente, da ciência correspondente.

Este é um fato que pode ser verificado pela ausência de trechos de natureza apenas tecnológica e social. Presume-se que a primeira se justifique pela atribuição de um *status* reducionista à tecnologia, onde na maioria das vezes é considerada apenas como uma ciência aplicada, desconsiderando assim seus desdobramentos sociais, culturais e econômicos (Ricardo, 2007). Por sua vez, acredita-se que a carência de recursos textuais de caráter exclusivamente social advenha da própria essência dos livros didáticos de Química, os quais priorizam uma visão científica e não-social dos fenômenos.

No que se refere à presença, mesmo que tímida, de textos com características ambientais (5,4%), pressupõe-se que esta provém de uma preocupação crescente com a promoção da educação ambiental nas instituições de ensino, especialmente em assuntos de grande relação com a temática como é o caso da Eletroquímica (Lima, 2016). Contudo, foi observado que textos com tal natureza se concentraram na UD final do capítulo (UD13), demonstrando possível intencionalidade dos autores em buscar uma abordagem contextualizada e problematizadora após o estudo dos conteúdos formais.

Já no que se refere às articulações, as mais evidentes foram Ciência-Tecnologia (21,6%) seguida de Ciência-Tecnologia-Ambiente (10,8%). As porcentagens expressivas de apenas dois tipos de combinações de polos demonstram um baixo nível de articulação dos componentes CTSA ao longo do capítulo. Com isso, nota-se que a menção de aspectos que transcendam a abordagem científica, tais como os tecnológicos, sociais, ambientais e suas associações, são trazidos apenas como uma mera forma de contextualização por meio da utilização de exemplos do cotidiano.

No que tange à presença de uma perspectiva problematizadora nos textos, foi observada um flagrante carência desta abordagem no capítulo analisado. A

grande maioria (78%) não apresenta um caráter problematizador. Na Tabela 2 a seguir, são exemplificados trechos de textos com e sem características problematizadoras extraídos do livro analisado.

Tabela 2 – Frequência e exemplos de trechos com e sem características problematizadoras

<i>Presença de características problematizadoras</i>	<i>Frequência</i>	<i>Exemplo de trechos de textos</i>
Sim	22%	<i>Tudo isso exige de nós, consumidores e, acima de tudo, cidadãos, uma preocupação ambiental cada vez maior. Discutir essas questões requer não somente o conhecimento químico dos processos tecnológicos de produção de materiais, como o conhecimento dos processos químicos envolvidos, mas muito mais do que isso: a compreensão da dinâmica de funcionamento de nossa sociedade, de seus valores e do sistema de distribuição de riquezas</i> (Santos; Mól, 2016, p. 187).
Não	78%	<i>A cor dos metais normalmente varia entre branco e cinza: a maioria apresenta a cor prateada e alguns apresentam outras cores. O ouro tem coloração amarelada; a prata, cor prateada; e o cobre, avermelhada</i> (Santos; Mól, 2016, p. 189).

Fonte: Santos e Mól (2016).

Foi constatado que os textos de cunho problematizador (22%) se concentraram nas UD inicial (UD1) e final (UD13) do capítulo. Ainda que estes não contenham necessariamente convites diretos à reflexão para os alunos, espera-se que por meio da mediação do professor, possam impulsionar discussões mais profundas em sala de aula. Há evidências de que os autores buscaram utilizar a problematização como ferramenta (1) introdutória à temática a ser trabalhada ao

longo do capítulo e (2) como forma de aplicação do conhecimento nas UD finais; neste caso, após sua apresentação de forma descritiva e funcional (macroscópica), molecular e invisível (submicroscópica) e representacional (simbólica), foi possível a extrapolação de forma problematizadora (Melo, 2015).

É importante ressaltar que a problematização, bem como a contextualização devem estar presentes no ensino de Química voltado para a perspectiva humanista conforme proposto por Paulo Freire. Para este autor, a chamada educação transformadora necessita estar pautada em práticas pedagógicas significativas a partir da problematização de cenários reais e de certa forma contraditórios inerente à realidade e ao cotidiano dos educandos (Wartha; Silva; Bejarano, 2013; Coelho; Marques, 2007).

Por fim, foi realizada uma avaliação dos textos segundo sua relação com o tema central do capítulo. De acordo com os resultados da análise, a maior parte dos textos apresentou relação máxima com o tema. Para exemplificar, a Tabela 3 ilustra trechos de textos extraídos e reescritos do livro em análise conforme suas com relações com o tema variando de 0 (nenhuma relação) a 2 (relação total).

Tabela 3 – Frequência e exemplos de trechos de textos com diferentes níveis de relação com o tema

<i>Relação com o tema</i>	<i>Frequência</i>	<i>Exemplo de trechos de textos</i>
Nenhuma	5%	<i>A utilização de diferentes metais serve como um dos indicadores do nível econômico e das estruturas sociais dos diferentes povos. A diminuição dos preços de metais e sua substituição por materiais mais baratos têm permitido acesso a instrumentos e objetos, que antes só podiam ser utilizados por pessoas mais favorecidas economicamente (Santos; Mól, 2016, p. 186).</i>

continua...

<i>Relação com o tema</i>	<i>Frequência</i>	<i>Exemplo de trechos de textos</i>
Parcial	30%	<i>A condutibilidade elétrica varia muito de metal para metal. Apesar de todos serem condutores de eletricidade, alguns apresentam grau menor de condutibilidade elétrica, ou seja, maior resistência à passagem da corrente; por isso, são empregados como resistores elétricos. Ao serem percorridos pela corrente, esses metais aquecem e emitem energia na forma de calor e/ou luz (Santos; Mól, 2016, p. 190).</i>
Total	65%	<i>Esse processo resulta em modificação do número de elétrons das espécies envolvidas. Nessa reação, dizemos que o ferro sofre oxidação (perda de elétrons) e o oxigênio, redução (ganho de elétrons). Essa reação, na qual ocorre transferência de elétrons entre átomos das substâncias envolvidas, é denominada reação de oxirredução (Santos; Mól, 2016, p. 196).</i>

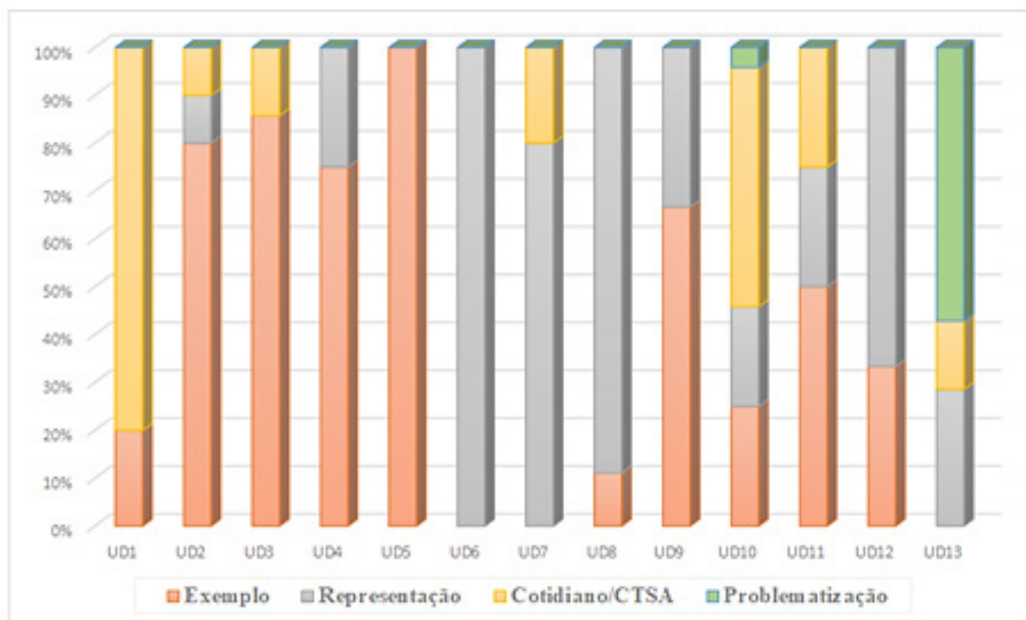
Fonte: Santos e Mól (2016).

Por meio da análise realizada, foi observado que os textos de maior relação com o tema estavam concentrados nas UD presentes no meio do capítulo (UD3 a UD12), onde se reportam os conteúdos ditos formais. Com isso, tal observação sugere que somente em trechos onde conteúdos formais são reportados, a relação com o tema está explícita ao leitor. Nos demais excertos, acredita-se que o reconhecimento de tal correlação pode não ocorrer de forma tão clara pelo estudante, especialmente naqueles presentes no início do capítulo. Isso corrobora com a ideia de que os autores tenham tentado utilizar as UD iniciais como contextualização, as UD de meio de capítulo para mobilização de conhecimento científico e a UD final como forma de problematização/extrapolção do conhecimento estudado.

Análise das ilustrações

A análise deste elemento foi realizada de acordo com o seu propósito didático (Quadro 1). A frequência, em porcentagem, das categorias pelas quais as ilustrações foram classificadas em função do número total de recursos imagéticos em cada UD gerou o gráfico de barras 3D da Figura 2. Nesta, é possível observar um padrão de distribuição de diferentes tipos de ilustrações ao longo do capítulo. No início do capítulo há notória presença daquelas com o intuito de inserir elementos do cotidiano/CTSA. Também é possível observar a existência massiva de exemplos, sendo estes distribuídos em quase todas as UD. As representações estão concentradas nas UD intermediárias e finais, culminando na existência de ilustrações de caráter problematizador no fim do capítulo. Por fim, verifica-se a ausência de ilustrações cujo propósito didático seja de analogia.

Figura 2 – Resultados da análise das ilustrações de acordo com o propósito didático



Fonte: elaboração das autoras (2021).

Segundo Ferreira e Arroio (2013), a utilização de representações imagéticas advém de uma evolução histórica da própria Química como ciência, observada a partir do século XIX. Os autores também reforçam a grande diversidade das formas de utilização destes recursos e sua importância como ferramenta nos processos de comunicação e previsão das características de diferentes conceitos da Química (átomos, moléculas, elemento químico, íons etc.), bem como em explicações de significados ontológicos no ensino de Química.

A evidente utilização das ilustrações com o objetivo de exemplificar conceitos e fatos demonstra a finalidade dos autores de aplicar esses recursos de forma mais direta. Já a presença mais notória de ilustrações que remetem a representações do meio para o final do capítulo coincide com as UD que reportam os conteúdos mais formais referentes ao tema. Tal fato alude ao livre trânsito entre os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico proposto por Johnstone (2009) e comumente observado durante as explicações dos professores de Química (Melo, 2015).

A presença de ilustrações que trazem elementos do cotidiano no início do capítulo sugere, mais uma vez, a utilização de cenários do dia a dia como forma de introdução ao tema a ser estudado. Enquanto isso, os recursos imagéticos de cunho problematizador nas UD finais se mostram como uma extrapolação e aplicação do conhecimento estudado de maneira consonante à perspectiva freireana (Wartha; Silva; Bejarano, 2013).

Análise dos experimentos

Ao longo do capítulo, apenas dois experimentos foram propostos na UD7 e na UD11. Os resultados obtidos a partir da análise destes se encontram na Tabela 4 a seguir.

Tabela 4 – Análise dos experimentos considerando sua natureza, relação com o tema e aproximações às características das atividades investigativas

	Natureza	Relação com o tema	Atividade investigativa							
			Objetivo	Problematização	Elaboração de hipóteses	Atividade experimental	Questões conceituais para os alunos	Sistematização dos conceitos	Características do experimento	Total
UD7										
<i>Experimento 1</i>	<i>Científico</i>	2	-	N1	N1	N2	N3	N2	N2	N2
UD11										
<i>Experimento 1</i>	<i>Científico</i>	2	-	N1	N1	N1	N3	N2	N2	N1

Fonte: elaboração das autoras (2021).

Como poder observado na Tabela 4, os dois experimentos foram analisados segundo sua natureza científica ou de cunho cotidiano/CTSA, sua relação com o tema e conforme o seu nível de aproximação à uma atividade investigativa. No que diz respeito à natureza dos experimentos, foi observado que em ambos não há qualquer menção explícita a elementos do cotidiano. Durante as descrições, os autores se limitam a detalhar o modo de realização da atividade sem mencionar quaisquer correlações entre ela e o dia a dia do estudante, se atendo apenas aos aspectos científicos. Em ambos, há a presença de um subtópico denominado “Destino dos resíduos”, o qual traz uma boa oportunidade de mencionar os desdobramentos ambientais de uma destinação inadequada dos rejeitos de um procedimento experimental e, conseqüentemente, de uma abordagem mais voltada à articulação CTSA. Contudo, o texto se restringe à uma descrição sistemática do modo de acondicionamento dos resíduos produzidos, sem qualquer reflexão mais aprofundada.

Já no que se refere à relação com o tema do capítulo, os dois experimentos se mostraram bastante condizentes. Ambos demonstraram total relação com a Eletroquímica, pois trata de forma direta sobre fenômenos vistos anteriormente à sua aparição no capítulo. O experimento da UD7, por exemplo, está localizado em uma unidade que trata sobre pilhas eletroquímicas, mas que de início introduz a questão da produção de corrente elétrica em sistemas químicos. Por isso, o experimento consiste na observação de mudanças de aspecto em amostras de palha de aço e clipe após imersão em diversos tipos de solução. O segundo experimento, por sua vez, está presente em uma unidade que trata sobre eletrólise (UD11), portanto sua realização consiste em uma demonstração deste fenômeno.

Em relação ao nível de aproximação à uma atividade investigativa, os experimentos foram analisados de acordo com a problematização, elaboração de hipóteses, atividade experimental, questões conceituais para os alunos, sistematização dos conceitos e características do experimento. Os objetivos não puderam ser avaliados, pois não foram reportados de forma explícita em nenhum dos dois experimentos.

A análise da problematização e da elaboração de hipóteses demonstrou que nenhum dos experimentos apresentou estes dois critérios expostos em sua descrição. Por isso, ambos foram categorizados como nível de aproximação N1, pois não apresentam características investigativas em relação a esses dois aspectos. Já com relação à avaliação da atividade experimental, os dois experimentos diferem entre si. Enquanto o experimento da UD7 é realizado pelo aluno por meio de um procedimento fornecido previamente e, assim, tangencia características investigativas e está compreendido no nível N2, o experimento da UD11 é totalmente demonstrativo e não requer qualquer interação direta do estudante e, portanto, condiz ao nível N1 por não apresentar características investigativas (Silva, 2011).

Nos três critérios seguintes, os experimentos se adequam aos mesmos níveis de aproximação de uma atividade investigativa. No que se refere às questões conceituais para os alunos, ambos se encaixam no nível N3, pois apresentam características de uma atividade investigativa ao solicitarem que os alunos explorem os dados obtidos a fim de que cheguem a conclusões, ainda que seja por meio

da observação. Já em relação à sistematização de conceitos, os dois se adequam ao nível N2, visto que não encaminham questões de análise ou de exploração de hipóteses aos estudantes. O mesmo nível de aproximação é alcançado quando se analisa as características dos experimentos, pois ambos apresentam atributos de verificação de conceitos vistos anteriormente à sua realização e, portanto, necessitam de uma exploração conceitual inicial (Silva, 2011).

De forma geral, o experimento da UD7 demonstra majoritariamente características de uma atividade experimental de nível N2, a qual apenas tangencia aspectos de uma atividade investigativa. Enquanto o experimento da UD11 pertence ao nível N1, apresenta predominantemente particularidades que remetem à ausência de características investigativas. Em vista disso, é possível dizer que nenhum dos experimentos manifesta o real propósito de estimular o ensino de Química pautado na investigação. Não é observada a menção de um problema a ser analisado para que os estudantes sejam incentivados a formular hipóteses e planejem um processo investigativo a fim de obter e interpretar novas informações (Zômpero; Laburú, 2011).

Ressalta-se a importância da adoção de atividades experimentais investigativas no ensino de Química, uma vez que estas permitem que os alunos sejam lançados à possibilidade de realizar tarefas que promovam habilidades como as de observação, formulação, teste, discussão, entre outros. Trata-se de um meio de tornar o estudante ativo em seu próprio processo de aprendizagem, distanciando, assim, da forma acrítica, aproblemática e pouco autônoma que estas atividades geralmente são desenvolvidas. Assim sendo, em uma perspectiva CTSA, é fundamental o emprego de experimentos de caráter investigativo para que se perpassa a mera abordagem mecânica e conteudista (Suart; Marcondes, 2009).

Análise da “Outra atividade”

Durante a análise do capítulo e de suas UD, foi observado um único tópico que não se enquadrava nos elementos propostos: o *box* “Ação e Cidadania” presente na UD1, sendo então analisado como pertencente à categoria “Outras atividades”. O Quadro 2 apresenta o seu conteúdo na íntegra.

Quadro 2 – Box “Ação e Cidadania” reescrito na íntegra e categorizado como “Outras atividades”

1. Pesquise em sua cidade ou em seu bairro:
 - a) empresas ou entidades que compram latas de alumínio usadas;
 - b) qual o valor pago por quilograma;
 - c) quantas latas correspondem a 1 quilograma;
 - d) quais são os principais fornecedores de latas usadas aos depósitos.
2. Procure entrevistar uma dessas pessoas e busque informações como estas:
 - a) qual é a importância desse recurso financeiro para a vida dessas pessoas e de seus familiares;
 - b) qual é o nível de instrução;
 - c) quanto conseguem com esse trabalho;
 - d) quanto tempo trabalham por semana para terem essa remuneração;
 - e) outras perguntas sobre assuntos que despertem a curiosidade.
3. Proponha uma campanha de coleta de latas de alumínio para reciclagem, sem que esteja associada ao aumento do consumo.

Fonte: Santos e Mól (2016, p. 188).

A atividade propõe que os alunos se integrem à sua comunidade por meio de uma pesquisa de campo. É possível observar que através das perguntas feitas há a promoção da possibilidade de que os alunos analisem de perto os problemas e outras questões presentes em seus arredores. Para tal, eles são convidados a proporem uma campanha que vise impactar positivamente sua comunidade. Trata-se, portanto, de um modo de tornar o aluno ciente de seu papel como cidadão e agente ativo-transformador de seu meio. Tal abordagem se mostra consonante com a perspectiva CTSA por seu caráter articulador entre os diferentes polos da sigla, bem como dialoga com a educação problematizadora proposta por Freire por meio da inserção de aspectos sociocientíficos ao currículo de forma a promover o desbravar da sociedade científica e tecnológica (Wartha; Silva; Bejarano, 2013; Santos, 2008).

Contudo, a presença desta proposta interventiva na UD inicial do capítulo não parece algo ao acaso. O caráter problematizador da atividade pode levar ao

professor a oportunidade de adotar uma abordagem CTSA e contextualizada do conteúdo desde um primeiro momento. Entretanto, é necessário ressaltar a importância de que tal contextualização vá além da etapa inicial e introdutória da aula e se estenda ao longo de todo o conteúdo de modo a alcançar condições cada vez mais efetivas para a ocorrência da alfabetização científica.

Considerações finais

Fazendo uma apreciação geral dos resultados, é notória a ausência de aspectos relacionados à abordagem CTSA na maioria dos elementos analisados. Nos textos e nos experimentos, apesar da grande relação com o tema do capítulo, o nível de articulação CTSA e os caracteres problematizador e investigativo se mostraram baixos, predominando a natureza estritamente científica. No que se refere às análises das ilustrações e da proposta presente no item “Ação e Cidadania”, foi observada uma concentração de fatores que remetem ao cotidiano, à abordagem CTSA e à problematização em momentos específicos do capítulo. Foi predominante a presença destes fatores nas UD iniciais e finais, enquanto nas UD intermediárias encontramos os conteúdos formais e puramente científicos.

Na proposta pedagógica da obra, os autores mencionam seu intuito de estimular a utilização do conhecimento químico na solução de problemas sociais, bem como debates acerca deste conhecimento nas esferas social, cultural e ambiental por meio de relações CTS alinhadas com uma educação ambiental. Contudo, apesar de promover reflexões interessantes acerca de temas em voga no mundo atual, os resultados das análises se mostraram aquém do esperado quando se realiza um comparativo ao arcabouço pedagógico citado pelos autores. A ausência de menções nos experimentos sobre os desdobramentos socioambientais que a destinação incorreta de rejeitos pode causar e a centralização de elementos contextualizados e problematizadores somente nas partes inicial e final do capítulo são alguns dos aspectos que corroboram para esta percepção.

O livro didático é um dos principais instrumentos de uso diário na vida escolar não somente para os estudantes, mas também como suporte teórico e metodológico para os professores. Quando alinhado à perspectiva CTSA, este pode auxiliar na condução desta abordagem em sala de aula, tornando possível uma reflexão profunda do docente acerca de suas práticas de ensino. Práticas estas que passam pela escolha do livro, aspecto que é regulamentado pelo governo, mas que por vezes é preterido na formação inicial do professor.

Referências

AKAHOSHI, Luciane Hiromi. **Uma análise de materiais instrucionais com enfoque CTSA produzidos por professores em um curso de formação continuada**. 2012. 162 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

AKAHOSHI, Luciane Hiromi; SOUZA, Fabio Luiz; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Enfoque CTSA em materiais instrucionais produzidos por professores de química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 11, n. 3, p. 124-154, set./dez. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **PNLD 2018: Química - Guia de livros didáticos – Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2017.

CARAMEL, Neusa J. C.; PACCA, Jesuína L. A. Concepções alternativas em Eletroquímica e circulação da corrente elétrica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 28, n. 1, p. 7-26, abr. 2011.

COELHO, Juliana Cardoso; MARQUES, Carlos Alberto. A chuva ácida na perspectiva de tema social: um estudo com professores de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 25, p. 14-19, maio 2007.

CRESWELL, John W. **Qualitative inquiry and research design**. 3. ed. Thousand Oaks: Sage Publishing, 2013.

FERREIRA, Celeste Rodrigues; ARROIO, Agnaldo. Visualizações no ensino de Química: concepções de professores em formação inicial. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 199-208, ago. 2013.

JOHNSTONE, Alex H. You can't get there from here. **Journal of Chemical Education**, Washington, v. 87, n. 1, p. 22-29, 2009.

LIMA, Luciene Maria do Nascimento. **O ensino de Eletroquímica no Ensino Médio por investigação**: uma abordagem à luz da aprendizagem cooperativa. 2016. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

LOPES, Alice R. C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência química. I – Obstáculos animistas e realistas. **Química Nova**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 254-261, 1992.

MACEDO, Cristina. Cândida; SILVA, Luciano Fernandes. Os processos de contextualização e a formação inicial de professores de física. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 55-75, mar. 2014.

MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro *et al.* Materiais Instrucionais numa Perspectiva CTSA: uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de química em formação continuada. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 281-298, ago. 2009.

MELO, Mayara Soares de. **A transição entre os níveis – macroscópico, submicroscópico e representacional**: uma proposta metodológica. 2015. 134 f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Biológicas, Instituto de Física, Instituto de Química, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta; ROMANELLI, Lilavate Izapovitz. A proposta curricular de química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 273-283, maio 2000.

RICARDO, Elio Carlos. Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, número especial, nov. 2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 109-131, mar. 2008.

SANTOS, Wildson; MÓL, Gerson. **Química Cidadã**. 3. ed. São Paulo: AJS, 2016. 3 v.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica (Scientific literacy: a bibliographical review). **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SILVA, Dayse Pereira da. **Questões propostas no planejamento de atividades experimentais da natureza investigativa no ensino de química**: reflexões de um grupo de professores. 2011. 212 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Química) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

STADLER, João Paulo *et al.* Análise de obstáculos epistemológicos em livros didáticos de Química do Ensino Médio do PNLD 2012. **Holos**, Natal, ano 28, v. 2, p. 234-243, 2012.

SUART, Rita de Cássia; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino de química. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 50-74, mar. 2009.

VIECHENESKI, Juliana Pinto; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto. Alfabetização científica por meio da abordagem CTS: um caminho viável à formação dos cidadãos. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 3, 2012, Ponta Grossa. **Anais [...]**. Ponta Grossa: UTFPR, 2012.

WARTHA, Edson José; SILVA, Erivanildo Lopes da; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e contextualização no ensino de Química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 35, n. 4, p. 84-91, 2013.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, set./dez. 2011.

Capítulo 4

Sequência didática com uma abordagem transdisciplinar e ancorada na história da radioatividade

Fellipe Fernandes Rabelo da Silva
Florence Moellmann Cordeiro de Farias

Introdução

A sociedade atual é marcada pelo papel primordial da ciência e tecnologia e, conseqüentemente, do conhecimento nos processos de produção. Assim, para que os indivíduos tenham capacidade de se posicionarem autônoma e criticamente sobre os fenômenos sociais é indispensável a apropriação de conhecimentos científicos e tecnológicos. Conforme Martins (2005, p. 62), “certos problemas sociais, envolvendo inclusive problemas de natureza ética, encontram-se permeados de saberes científicos, a ponto de não ser possível opinarmos a respeito deles, sem um domínio mínimo de elementos da cultura científica”.

No entanto, a ciência enfrenta uma crise de legitimação social. O movimento antivacina e a não credibilidade sobre as conseqüências do aquecimento global são exemplos dessa crise. A negação de conceitos e teorias consensualizadas pela ciência têm aumentado drasticamente, principalmente após a ascensão mundial da ultradireita e causam reflexos nas políticas públicas. Esse cenário tem de ser modificado e representa, atualmente, um desafio à Ciência na sociedade e especificamente à Educação em Ciências (Vilela; Seles, 2020).

Sem dúvida, a reversão desse quadro passa pelo Ensino de Ciências. O letramento científico e tecnológico é fundamental em uma sociedade que não pode mais separar um cidadão crítico de um “cidadão científico” (Martins, 2005). Isso implica pensar em uma Educação Científica com mudanças em nossas propostas metodológicas. Nesse sentido, Santos (2007) coloca que, ao pensarmos no letramento científico, devemos considerar três aspectos: Natureza da ciência (NDC), linguagem científica e aspectos sociocientíficos. Em relação à NDC refere-se à percepção da forma de trabalho dos cientistas e às limitações desses conhecimentos envolvendo articulações com a filosofia, história e sociologia da ciência. Ao falar em linguagem científica discorre a um ensino com uma estrutura sintática e discursiva própria, com interpretação de fórmulas, gráficos, esquemas, dentre outros, e à capacidade de desenvolvimento e avaliação dos argumentos científicos. No que concerne aos aspectos sociocientíficos, argumenta que há de se considerar as questões ambientais, políticas, econômicas, éticas e culturais na perspectiva da ciência e tecnologia.

Com esse enfoque, uma das abordagens para o alcance da Educação Científica é a que propõe o uso da História da Ciência (HC) no ensino. Segundo Matthews (1995), o trabalho com os conteúdos disciplinares associado à HC desperta no estudante a curiosidade e o interesse. Nessa mesma linha, Trancoso e Santos afirmam que:

[...] trabalhar um conteúdo histórico durante as aulas, além de mostrar a importância da pesquisa, do estudo e do trabalho dos cientistas, pode facilitar, motivar e aumentar o interesse pelo aprendizado; promover a interação das ciências com outras disciplinas e um vínculo com a sociedade e a cultura; aproximando assim, o aluno das ciências e tornando as aulas mais atraentes e agradáveis. (Trancoso; Santos, 2017, p. 229).

Ao permitir a aproximação dos mundos da ciência e da sociedade, aqui compreendida em um sentido amplo, a HC é um conhecimento transdisciplinar na medida em que deve ser capaz de mostrar que a ciência sempre respondeu às necessidades e aos anseios da sociedade (Videira, 2004).

Inter e Transdisciplinaridade

Nosso sistema de ensino ainda é fortemente estruturado em disciplinas. Trata-se de uma forma de organizar e delimitar o conhecimento, representando um conjunto de estratégias organizacionais que são ordenadas para apresentação ao estudante, trazendo consigo uma fragmentação que perde de vista a visão do todo e desencadeia um enorme desinteresse. Ao transpormos essa situação para o aluno do Ensino Médio:

[...] é a primeira vez que eles estudam ciência com conteúdos diferentes, em horários diferentes, com abordagens diferentes, com pouca ou nenhuma experimentação e com professores que dão excessiva ênfase ao discurso, à aula ditada, à formulação quase mística de equações, regras e nomenclaturas que surgem às pilhas, e que não podem ser assimiladas simplesmente porque não fazem sentido algum do ponto de vista do aluno, e porque o próprio professor raramente as entende num contexto mais geral. É como se o sistema dissesse: bem-vindos à disciplinaridade. Então, assim como usam cadernos diferentes para diferentes disciplinas, os alunos são levados a criar compartimentos mentais compatíveis com a separação disciplinar que lhes é apresentada, e imediatamente começa uma sequência de escolhas, quase sempre inconscientes, que culmina ou com o reconhecimento de uma preferência por esta ou aquela ciência, ou, o que é muito mais frequente, pelo desprezo a todas elas. (Rocha Filho *et al.*, 2015, p. 43).

As disciplinas, isoladamente, têm sido impotentes para plena compreensão e para solução de problemas de uma realidade que é complexa. Por outro lado, “o fazer interdisciplinar possibilita um olhar mais atento para o cotidiano escolar e para o favorecimento de partilhas, das parcerias entre pessoas, alunos, entre a teoria e formas de conhecimento” (Fazenda, 2012, p. 39).

No formato multidisciplinar têm-se muitas informações ensinadas de forma desconectada, com mínima interação entre os professores e planejamentos desarticulados. O isolamento dos componentes curriculares fragiliza o processo, pois

distancia o conhecimento de suas bases sólidas. As interdisciplinas estimulam a aprendizagem, na medida em que podem despertar o senso crítico e a promoção do conhecimento amplo. Nas Ciências da Natureza, diversos conteúdos somente permitem uma abordagem plena se amparados em outros componentes curriculares.

Podendo ser vista como uma ampliação da proposta interdisciplinar, Japiassu (1976) menciona em sua obra as origens do termo transdisciplinaridade, atribuindo a sua criação à Piaget. A transdisciplinaridade seria uma etapa superior à interdisciplinaridade, que não se contentaria em interações ou reciprocidade entre pesquisas especializadas, porém faria estas ligações em um sistema total, sem fronteiras entre disciplinas.

Com essa mesma perspectiva, em 1986 ocorreu a Declaração de Veneza (UNESCO, 1986), colóquio internacional que discutiu a necessidade de uma nova visão do mundo e do ensino a partir de perspectivas transdisciplinares. Ao final, foi elaborado um documento de reconhecimento da necessidade de uma nova forma de abordar e ensinar ciências, menos linear e menos fragmentada e com um compromisso de um ensino amplo e integrado.

D'Ambrosio, um dos signatários do documento, propõe uma nova visão do conhecimento menos hierarquizada, menos preconceituosa e mais receptiva aos diferentes pontos de vista. Sugere uma maior valorização do todo em detrimento das partes, promovendo o conhecimento amplo e complexo.

A essência da proposta transdisciplinar parte de um reconhecimento que a atual proliferação das disciplinas e especialidades acadêmicas e não acadêmicas conduz a um crescimento incontestável do poder associado a detentores desses conhecimentos fragmentados, podendo assim agravar a crescente iniquidade entre indivíduos, comunidades, nações e países. Além disso, o conhecimento fragmentado dificilmente poderá dar a seus detentores a capacidade de reconhecer e enfrentar os problemas e situações novas que emergem de um mundo a cuja complexidade natural acrescenta-se a complexidade resultante desse próprio conhecimento transformado em ação que incorpora novos fatos à realidade, através da tecnologia. (D'Ambrosio, 2011, p. 12).

Morin (2000), outro signatário do documento da UNESCO, ao falar sobre o conhecimento pertinente aponta que o ensino disciplinar, fragmentado, mostra somente partes do conhecimento e não sua totalidade. É necessário que o aluno veja o todo, tenha uma noção de completude, para que consiga contextualizar esse conhecimento.

Assim, dentro da perspectiva da transdisciplinaridade, advogamos o uso da História (HC) e da Natureza da Ciência (NDC) no ensino.

História e Natureza da Ciência e Ensino de Ciências

Ao se referir à NDC estamos falando sobre um conjunto de fatores que dizem respeito à construção, estabelecimento e organização do conhecimento. Isto abrange tanto questões internas, como métodos, relação experimento e teoria, quanto externas, como as relações com a sociedade e a tecnologia. Para uma melhor compreensão da NDC tem se destacado a importância da HC, à medida que seus estudos historiográficos fornecem elementos para subsidiar discussões sobre a construção do conhecimento científico e os fatores que a influenciam (Moura, 2014).

Entre os benefícios da inclusão desse tópico no Ensino de Ciências podemos apontar: facilitar as relações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade evidenciando que a ciência faz parte de um desenvolvimento histórico, de uma cultura, sofrendo influência e influenciando a sociedade; perceber o processo coletivo e gradativo da construção do conhecimento, formando uma visão mais correta da natureza da ciência, seus procedimentos e suas limitações; compreender que os cientistas utilizam imaginação, crenças pessoais, influências externas, entre outros, para fazer ciência. O cientista de hoje certamente não é o mesmo de ontem, e isso não necessariamente significa que o primeiro seja melhor que o último, apenas que pertencem a contextos diferentes; compreender que a ciência não é realizada pela aplicação de um “método científico” único e que não chega à verdade. As teorias científicas são construídas por tentativa e erro, podem chegar a ser bem fundamentadas, mas não podem ser provadas.

O processo científico é extremamente complexo, não é lógico e não segue nenhuma fórmula infalível. Há uma arte da pesquisa, que pode ser aprendida, mas não uma sequência de etapas que deve ser seguida sempre, como uma receita de bolo. O estudo histórico de como um cientista realmente desenvolveu sua pesquisa ensina mais sobre o real processo científico do que qualquer manual de metodologia científica. (Martins, 2006, p. XIX).

Ressalta-se, entretanto, que o fato de ser um conhecimento provisório não justifica as visões anticientíficas. A reação contra a ciência pode levar à defesa de que todo o conhecimento não passa de opinião, que todas as ideias se equivalem e que não há razão para aceitar as concepções científicas. É importante deixar claro que as posições assumidas pelos cientistas são ancoradas em evidências com base nos conhecimentos da época e o estudo da HC e da NDC pode mostrar isso.

Além de facilitar a construção de uma visão mais adequada sobre a NDC, a HC pode ajudar no próprio aprendizado dos conteúdos disciplinares. Há muito que se reconhece que os estudantes possuem uma série de ideias alternativas aos diferentes conceitos que são apresentados em sala de aula. O aprendizado vai passar, então, por uma mudança conceitual e do perfil epistemológico (Mortimer, 1992) e a apresentação de como foi construído historicamente o conceito pode ser um auxiliar dessas modificações. Martins (2006) defende a ideia de que a dinâmica do desenvolvimento histórico da Ciência é semelhante ao processo pelo qual os alunos precisam passar no processo de aprendizagem.

Com esse enfoque e nos propondo a “ensinar ciências ensinando sobre a ciência” (Simões, 1994 *apud* Slongo, 1996) relatamos uma sequência didática transdisciplinar ancorada na História da Radioatividade.

A sequência didática sobre o tema da radioatividade

Para a elaboração e aplicação da sequência didática (SD) encontramos amparo teórico em Méheut (2004), que considera as SD constituídas por quatro

componentes básicos: professor, alunos, mundo real e conhecimento científico. As relações de construção dos saberes entre esses componentes ocorrem contemplando duas dimensões: pedagógica, focada nas relações entre os personagens que a compõe, e epistêmica, cujo foco reside na construção dos saberes a partir dos métodos e procedimentos desenvolvidos na sequência.

Conforme Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004, p. 97), “sequência didática é um conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática, em torno de um gênero textual oral ou escrito”. De acordo com os autores sua estrutura contém (Dolz; Noverraz; Schneuwly, 2004, p. 81108):

- a) Seção de abertura, onde os professores devem deixar claro e de maneira detalhada para as turmas o tema, a proposta, os objetivos e as etapas da atividade.
- b) Produção inicial ou diagnóstica, onde o professor terá condições de avaliar os conhecimentos prévios dos alunos e, a partir destes ajustar as próximas etapas.
- c) Módulos ou oficinas. São as etapas intermediárias que se caracterizam pela ação dos alunos. Nessas etapas o docente atua orientando e mediando o conhecimento.
- d) Produção final. Trata-se da etapa de resposta dos alunos às etapas anteriores desenvolvidas. Fica a cargo da criatividade e conveniência dos professores e aluno elaborarem a forma que o produto será apresentado. Esta etapa pode ser considerada a culminância do processo.

Tomando por base as etapas propostas pelas autoras supracitadas, a SD¹⁰ foi aplicada em três turmas (96 alunos no total) do Ensino Médio de um Colégio Estadual no município de Cabo Frio, Rio de Janeiro. O Quadro 1 mostra as etapas de aplicação:

10 A SD completa pode ser acessada no Repositório Institucional da UFF, disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/90>.

Quadro 1 – Atividades da Sequência Didática

<i>Sequência</i>	<i>Proposta Didática</i>	<i>Carga Horária</i>
Etapa 1	Questionário e Apresentação do Projeto	2h
Etapa 2	Tempestade de Ideias	2h
Etapa 3	Aula Expositiva	2h
Etapa 4	Apresentação de documentários	2h
Etapa 5	Tutoria - Reunião das equipes com o professor	2h
Etapa 6	Mostra do conhecimento	2h
Total:		12h

Fonte: elaboração dos autores.

Etapa 1: Apresentação do Projeto e Conhecimentos Prévios

Após a explicação para as turmas do que seria o projeto, discutindo inclusive a transdisciplinaridade, aplicou-se um questionário diagnóstico do tipo fechado, de autoria própria, buscando conhecer os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema. Nesse questionário abordou-se questões sobre a radioatividade (significado, primeiros estudos, urânio e elementos radioativos), fissão nuclear, uso da radioatividade na conservação de alimentos, bombas atômicas, uso na saúde, acidentes nucleares.¹¹

A análise das respostas contribuiu para corroborar a sensação de que ainda que os alunos reconhecessem termos e expressões comuns relacionados à radioatividade, os conceitos são predominantemente fragmentados e desarticulados. Há uma associação muito maior ao perigo que ao uso em saúde ou em tecnologias.

11 Para acesso ao questionário completo ver: Silva (2020).

Etapa 2: Tempestade de Ideias

O professor explicou o que é uma tempestade de ideias, deixando claro que as manifestações deveriam ser espontâneas e que não tinham caráter avaliativo. Os resultados obtidos determinaram as etapas subsequentes, pois as linhas temáticas criadas para o desenvolvimento da pesquisa foram articuladas a partir da pergunta: “Quando pensa em Radioatividade o que vem a sua mente?”.

Com a mediação do professor, as respostas dos alunos foram agrupadas e geraram dez temas para investigação: 1) História da radioatividade; 2) Mapeamento mundial do uso de energia nuclear; 3) Potencial bélico das armas nucleares; 4) Projetos da NASA; 5) Acidentes Nucleares; 6) Sol; 7) Medicina Nuclear; 8) Radioatividade e equipamentos tecnológicos do cotidiano; 9) Radiação para conservação de alimentos e 10) Personagens radioativos na ficção.

Cada grupo organizou-se de modo voluntário, pelos seus critérios de interesses e afinidades. Já a escolha do tema foi realizada por sorteio. O critério para essa opção, ao invés da livre escolha, foi o de estimular os alunos a estudarem temas que desconheciam ou mesmo que acreditavam não terem afinidades.

Etapa 3: Aula expositiva

Como preparação para essa etapa, o professor disponibilizou anteriormente os slides com o material que seria utilizado na aula expositiva e incentivou os estudantes a uma breve pesquisa sobre os temas. Optou-se em organizar as salas em forma de U para melhor interação entre os alunos.

Nessa aula foram abordados os tópicos sobre fundamentos históricos da radioatividade, o modelo atômico, a descoberta do nêutron, elementos químicos estáveis, radioativos e artificiais e energia nuclear.

Etapa 4: Vídeos

A transdisciplinaridade considera as diferentes formas, ambientes, recursos e possibilidades de aprendizagem. Assim, encontramos nos mais variados conteúdos disponíveis na mídia possibilidades de aprendizagem em ambiente e contextos não-formais. Foram assistidos em sala de aula quatro vídeos de curta ou média duração que possibilitassem uma boa compreensão sobre vertentes importantes do tema radioatividade. Entre os vídeos ocorreram breves comentários para reflexões sobre o que a turma havia compreendido e com o intuito de favorecer a aprendizagem a partir de discussões em sala. Vídeos selecionados: Documentário – Radioatividade – Os Curie (25:45 min); História da Radiologia – Wilhelm Conrad Röntgen – FAMESP (24:53 min); Alimentos radioativos podem te matar? (4:59 min)¹² e Fantástico – Acidente Nuclear de Chernobyl – 30 anos (13:56 min).

Etapa 5: Tutoria

Durante a execução da SD destinou-se um encontro para um acompanhamento com maior proximidade e interação entre professor e alunos, visando um acompanhamento das investigações, leituras, pesquisas, mídias que os alunos haviam estudado e produzido nas últimas semanas. O professor atuou a partir da ação dos alunos, respondendo as dúvidas, sugerindo rotas de investigações, pontuando com as suas experiências, enfim, fornecendo um amparo científico e pedagógico para as equipes.

Etapa 6: Mostra do Conhecimento

A culminância do projeto transdisciplinar foi a Mostra Transdisciplinar do Conhecimento. Nome proposto para provocar na comunidade escolar a com-

12 Observa-se o título errado do vídeo: Alimentos radioativos ao invés de irradiados. Situações como essa são uma oportunidade para chamar a atenção dos alunos sobre os cuidados necessários no uso da internet.

preensão do conceito da transdisciplinaridade e a valorização de projetos educacionais que promovam o saber integral, com articulação dos conteúdos e possibilidades de construções de conceitos a partir de contextos teóricos e territórios de aprendizagem não-formais.

O evento contou com a visitação de toda a comunidade escolar. As demais turmas da escola, bem como professores, coordenação e direção tiveram acesso aos trabalhos e a oportunidade de aprender e prestigiar as apresentações. Os professores avaliaram as equipes, pontuando a clareza nas explicações, a ornamentação e a relevância.

A seguir teceremos algumas considerações sobre o trabalho de cada grupo da Mostra.

História da Radioatividade

O grupo que ficou responsável em trazer para apresentação os primeiros registros históricos sobre a radioatividade conseguiu demonstrar, de forma relevante, que os benefícios contemporâneos das aplicações dos conhecimentos da radioatividade são frutos das inovações, pesquisas e descobertas de diversos cientistas ao longo da história.

O que os alunos mostraram é que, na verdade, anterior ao trabalho de Becquerel (dito como “descobridor da radioatividade” por trabalhos com o urânio) ocorreu o evento da descoberta dos raios-x por Röntgen seguido de trabalhos de Perrin, Le Bon e Poincaré. Em 1898 Schmidt e Marie Curie perceberam que a capacidade de emissão de radiação não era exclusividade do urânio e, então, Curie propôs o uso do termo “substâncias radioativas”.

Isso permitiu aos alunos a percepção que a ciência não é feita por um trabalho individual, de heróis, mas sim como trabalhos de grupos. Dessa forma, em relação à NDC, os alunos abordaram em suas apresentações a necessidade da compreensão e do entendimento do conhecimento científico como uma construção coletiva à inocente ideia de gênios solitários. O esquecimento ou anonimato

de muitos é injustificável. Além disso, conseguiram chamar a atenção sobre o fato de que as teorias científicas não são definitivas e irrevogáveis, mas estão sempre em constante revisão (Peduzzi; Raicik, 2020).

Mapeamento mundial do uso de energia nuclear

Ao mapear os países com maior número de usinas nucleares foi feita uma correlação imediata com a Geografia Física, levando os estudantes a pensarem nas noções de países, continentes, fronteiras, oceanos, linhas imaginárias... Em uma articulação com a geopolítica, foi possível refletir sobre as motivações para determinados países investirem mais em energia nuclear do que outros: condições políticas, geográficas, econômicas, sociais, religiosas e demanda energética local. Isso levou à percepção aos alunos das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, ou seja, dos fatores externos que influenciam a ciência (Santos, 2007).

Observou-se também grande vínculo da abordagem com a Matemática, pois foi trabalhado o conceito de escala para reproduzir os mapas, porcentagem, tabelas e gráficos. Isso permitiu aos alunos um maior entendimento da linguagem científica (Santos, 2007).

Nas Ciências da Natureza refletir sobre vantagens e desvantagens da implementação de usinas nucleares nos países é extremamente relevante. Sendo uma forma de energia favorável às questões relativas ao aquecimento global e praticamente independente dos fatores climáticos, por outro lado é necessário discutir a gestão do lixo nuclear, bem como o custo desta forma de obtenção de energia. Refletiu-se também sobre questões de ordem social e psicológica que envolvem o trabalho em usinas nucleares, assim como as moradias nas suas vizinhanças. Os alunos perceberam que compreender a permanente sensação de insegurança, dada a magnitude energética dessa forma de energia, precisa ser um critério relevante no planejamento das instalações das usinas nucleares. Discussões desse tipo são fundamentais para a formação integral dos estudantes na medida que permitem a reflexão e o debate sobre a ação cidadã na sociedade.

Potencial bélico das armas nucleares

Nesse tema apareceu uma imensurável riqueza de possibilidades de ramificações e interconexões de saberes. Esse assunto nos levou à Albert Einstein, sua Teoria da Relatividade e a uma das equações mais famosas da história ($E = m.c^2$) que contribuiu, dentre outros avanços da ciência, para a instauração do Projeto Manhattan. Entre os estudos de Einstein e seus contemporâneos e o uso bélico da bomba atômica nas cidades de Hiroshima e Nagasaki muito conhecimento relativo à História das Ciências foi desenvolvido e foi objeto de investigação da equipe.

Os alunos investigaram e trouxeram para discussão os movimentos contemporâneos relativos aos armamentos nucleares, destacando as questões geopolíticas, envolvendo principalmente os Estados Unidos da América, Rússia, Coreia do Norte e Irã. Cabe aqui pontuar que a Mostra do Conhecimento ocorreu cerca de 2 meses após um importante encontro entre o presidente dos Estados Unidos da América, Donald Trump, e o líder supremo norte-coreano Kim Jong Un. Os alunos destacaram que o encontro chamou a atenção de todo o planeta, pois criou-se uma expectativa de acordos entre as nações, porém não obtiveram êxito.

Assim, apesar de ser um marco histórico as bombas atômicas na II Guerra Mundial, ainda hoje há conflitos sobre sua utilização. O ensino sobre o conhecimento científico que envolve a construção de armas bélicas e os debates sobre sua utilização podem contribuir para a formação de cidadania. Nesse aspecto, merecem reflexão os estudos de Martins e Mogarro (2010, p. 192), onde relatam “que os conhecimentos dos adolescentes sobre as instituições democráticas e as competências de cidadania, em particular a participação na vida política, estão aquém do que seria desejável numa sociedade democrática”.

Projetos da Nasa

O grupo responsável em destacar os principais projetos da NASA e suas relações com os conhecimentos da radioatividade promoveu grande interesse do

público. Trouxe à reflexão o fato de que a Ciência se desenvolve na busca de respostas aos questionamentos que podem contribuir para uma maior compreensão sobre os mistérios do universo que vivemos. Com esse tema foi possível uma articulação de saberes e evidenciar as fortes relações da ciência com a tecnologia e sociedade. Discutiu-se as disputas e rivalidades entre os Estados Unidos da América e a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas no contexto da Guerra Fria, o significado emblemático da chegada do homem à lua, o custo desses projetos, os acidentes e o quanto a astronomia tem se desenvolvido a partir do lançamento de telescópio espacial Hubble em abril de 1990.

Acidentes Nucleares

A equipe ficou responsável por investigar os principais relatos dos acidentes nucleares, destacando suas histórias: data, local, principais causas e consequências.

O acidente de Chernobyl, ocorrido em abril de 1986, é a principal referência mundial de acidente nuclear. As investigações mencionaram outros acidentes, com destaque mais recente para a cidade de Fukushima no Japão, que foi vítima de um acidente nuclear em 2011, resultado de um tsunami. Aqui, vale mencionar, que apesar de listado como acidente nuclear, sua gênese teve motivação externa à própria atividade da usina.

No Brasil, o evento mais relevante foi o acidente radiológico ocorrido em Goiânia, pela contaminação com o isótopo radioativo Césio-137, em 1987. A equipe teve o cuidado de classificar e diferenciar os acidentes de usinas nucleares (provenientes dos processos de geração de energia) e os acidentes radiológicos (resultados da utilização da natureza radioativa de algumas substâncias, especialmente para uso na medicina).

Deve-se destacar que causou surpresa o número pequeno de acidentes nucleares relatados em nível mundial. Ao confrontarmos esses dados com o senso comum de associação ao perigo, fica clara a necessidade de aprofundarmos esse debate. Se considerarmos que o Plano Nacional de Energia (PNE) 2050 (Montedo; Marinelli,

2019) prevê a construção de oito usinas nucleares, advogamos que é fundamental a qualificação dos estudantes para que não se alijam de uma discussão tão necessária.

O Sol

Um tema extremamente enriquecedor ao longo da SD foi o estudo do sol. Discutiu-se o espectro das ondas eletromagnéticas, bem como a de radiação ionizante, poder de penetração e frequência. Inicialmente, os alunos se empenharam na explicação dos motivos pelo qual a reação química que ocorre no sol, liberando tanta energia, ainda não cessou. Na busca das explicações, destacaram as diferenças entre as reações de combustão e as reações nucleares, em especial mostrando que no sol não há oxigênio, portanto não há combustão. Trata-se de energia nuclear. Diferenciaram também os processos de fissão e fusão nuclear, indicando que um dos processos que ocorre no sol é produto da fusão dos isótopos de hidrogênio e que estes processos liberam muito mais energia do que os de fissões.

Ainda sobre o tema, os alunos discutiram as influências do sol na vida. Destacaram a estimulação da biossíntese da vitamina D e os riscos do câncer de pele pela exposição demasiada, indicando períodos do dia mais propícios e tempo de exposição. Na apresentação do espectro eletromagnético, além de correlacionarem aos conhecimentos de ondulatória, frequência e comprimento de onda, destacaram as radiações UVA e UVB e explicaram o funcionamento dos filtros solares. Nesse ponto merece destaque o fato da percepção de que a maioria das pessoas desconhece o significado do fator de proteção de um filtro solar. A aquisição desse conhecimento é importante, tanto no aspecto da compreensão da importância do uso, como na escolha do filtro solar adequado para a sua pele, ou seja, no seu exercício como cidadão consumidor. Discussões dessa monta contribuem para que os alunos sejam inseridos em uma nova cultura, a cultura científica, que lhes possibilitará ver e compreender o mundo com maior criticidade e com conhecimentos para discernir, julgar e fazer escolhas conscientes em seu cotidiano, com vistas a uma melhor qualidade de vida.

Medicina Nuclear

A equipe empenhou-se nas relações do conhecimento da radioatividade com a medicina. No aspecto diagnóstico, explicaram o que é um exame radiológico e como funcionam a radiografia, a ressonância magnética nuclear e a tomografia. Ao longo da SD alguns integrantes da equipe visitaram um curso técnico de radiologia na cidade e entrevistaram o coordenador e um professor. Utilizaram as informações coletadas na apresentação do projeto, enriquecendo a qualidade das informações e inserindo na atividade o contexto da pesquisa de campo.

No que diz respeito aos tratamentos oncológicos por radiação, os alunos investigaram o poder de penetração das radiações e os cuidados necessários aos profissionais de saúde que se expõe diariamente em um ambiente repleto de radiações. Tiveram também a oportunidade de entrevistar uma professora da escola que foi submetida ao tratamento de radioterapia. Observamos, durante a Mostra, que no tema da medicina nuclear encontramos uma das aplicações dos conhecimentos da radioatividade que despertaram mais entusiasmo tanto para os alunos que apresentaram, quanto para os expectadores. Considerando que a grande maioria das pessoas já se submeteu a algum exame que envolve radiação ionizante, esse entusiasmo reflete a importância da contextualização para uma aprendizagem mais efetiva.

Radioatividade e as tecnologias do cotidiano

Algo que chamou muita atenção nas investigações do grupo que estudou as relações da radioatividade com as tecnologias do cotidiano foi o fato que a maioria das pesquisas para os avanços das tecnologias foram iniciadas com intuítos bélicos. Constatou-se que, de forma predominante, desde a luneta de Galileu (1564-1642) até a rede sem fio, foram as vantagens bélicas que determinaram muito do desenvolvimento tecnológico que desfrutamos. Ressaltaram o uso dos

equipamentos de GPS. Estes, desenvolvidos para finalidades militares, foram nas últimas décadas disponibilizados para uso civil.

Uma curiosidade mencionada pelos alunos foi a história da descoberta da radiação por micro-ondas na década de 1940 e sua utilização na II Guerra Mundial na detecção de aviões. A descoberta da propriedade de aquecimento é atribuída ao estadunidense Percy Spencer.

O estudo deste tema foi importante para reenfatizar a percepção nos alunos de quanto o cotidiano, em um mundo dominado pela tecnologia, está impregnado do saber científico. Esse domínio tecnológico acarretou modificações da vida pessoal, social, profissional, geradas a partir dos avanços do conhecimento científico. Desse modo, democratizar o acesso aos conhecimentos tornou-se primordial para que os sujeitos possam compreender melhor o mundo, realizar escolhas conscientes e intervir responsabilmente no meio em que vivem.

Uso da radiação na conservação de alimentos

A irradiação de alimentos é um método físico de conservação no qual o alimento é submetido a doses minuciosamente controladas de radiação ionizante. Essa técnica, bastante estudada, é regulamentada. Vários países, inclusive o Brasil, possuem legislação autorizando o seu uso para conservação de mais de 100 tipos de alimentos (Modanez; Rossini; Arthur, 2016). No entanto, muitos ainda são os obstáculos que impedem a completa comercialização de alimentos irradiados. Na verdade, não são limitações de natureza técnica ou científica, mas relacionadas ao custo de sua utilização e de aceitação pelo consumidor (Ornellas *et al.*, 2006). Pesquisas (Modanez; Rossini; Arthur, 2006) mostram que isso pode ser explicado pelo fato de que os consumidores consultados, tanto no Brasil como em outros países, não têm conhecimento suficiente sobre os benefícios da irradiação de alimentos. Mais uma vez, a reversão desse quadro passa pelo Ensino de Ciências.

Ratificando o que é dito acima, esse tema foi o que causou maior surpresa para os expectadores. A equipe questionava os visitantes com a seguinte pergunta: “Você comeria um alimento irradiado?”. A maioria das pessoas afirmou que não, sem saber que já comem em seu cotidiano.

A irradiação de frutas, legumes, cereais, frutos do mar, entre outros, diminui a quantidade de fungos e bactérias, aumentando, assim, seu tempo de conservação. O grupo destacou a praticidade, o baixo tempo de tratamento dos alimentos, além da adequação da irradiação (dose) para cada tipo de alimento. A discussão desse tema é importante, pois conforme relatam Ornellas *et al.* (2006) é evidente a importância da educação no processo de aceitação dessa tecnologia, já bem sedimentada, mas ainda relacionada a muitos mitos.

Personagens radioativos na ficção

Um tema que foi um sucesso absoluto no contexto escolar foi o estudo dos personagens radioativos na ficção. Os alunos destacaram os filmes “Capitã Marvel”¹³ e “Vingadores Ultimato”¹⁴, onde personagens possuem poderes associados à radioatividade.

Utilizando a história como fundamentação da pesquisa, a equipe apresentou um panorama comparativo associando um personagem radioativo japonês, Godzilla, com o estadunidense chamado de “O incrível Hulk”. Os alunos destacaram que enquanto o Godzilla é um monstro, com superpoderes resultantes de

13 “Capitã Marvel” é um filme estadunidense de super-herói de 2019, baseado na personagem Carol Danvers da Marvel Comics. A protagonista possui superpoderes como projeção de energia fotônica, absorção e manipulação de energia, controle molecular, durabilidade e explosões fotônicas.

14 “Vingadores Ultimato” é um filme de super-herói estadunidense de 2019, produzido pela Marvel Studios. Vinte e três dias após Thanos usar as Joias do Infinito para matar metade dos seres vivos do universo, os vingadores se reúnem na missão de localizar Thanos, mas descobrem que ele reduziu as joias a átomos para impedir que elas fossem usadas novamente

explosões nucleares, o Hulk é um cientista, que em um ato de heroísmo, ao salvar um adolescente, foi exposto à radiação gama. Após esse evento, o cientista passou a alternar seu lado humano com uma outra personalidade com superpoderes. Nesse breve panorama, associaram a visão japonesa sobre a radiação (monstro) com a compreensão estadunidense (herói). Enquanto Hiroshima e Nagasaki foram as cidades vítimas da bomba atômica e, por isso, os japoneses possuem um entendimento traumático do potencial da energia nuclear, os Estados Unidos, lançadores das bombas atômicas, descrevem o Hulk como um cientista heroico com poderes radioativos. Assim, fica clara a habilidade que os estudantes adquiriram na correlação da ciência e tecnologia com a cultura.

Ao final da SD cabe salientar que os alunos demonstraram interesse pelos objetos de investigação. Empenharam-se, conjuntamente, na busca de uma aprendizagem que contribuísse em sua formação de maneira que extrapolasse as limitações impostas pelas avaliações escolares.

Considerações finais

Observou-se ao longo de toda a SD uma relevante contribuição das concepções históricas para a contextualização dos saberes. Entendemos que os objetivos do trabalho foram alcançados, pois conseguiu-se desenvolver o interesse e engajamento das turmas, despertar nos alunos o caráter transdisciplinar (além das gaiolas das disciplinas) e contribuir para uma formação plena dos estudantes. A SD permitiu a aprendizagem dos conceitos disciplinares ao trabalhar com a NDC remetendo a seus aspectos sociocientíficos, considerando as questões ambientais, políticas, econômicas, éticas e culturais na perspectiva da ciência e tecnologia.

Assim, buscando de capacitação dos indivíduos para o pensamento crítico e intervenção na sociedade como uma postura necessária e possível, em um horizonte de mudança para melhorar coletivamente, advogamos que uma concepção adequada da natureza da ciência e da tecnologia é fundamental. Nessa tarefa, a

integração da História da Ciência no ensino, com uma abordagem transdisciplinar, mostrou que pode ser de grande valia, pois permitiu associar a Ciência como possibilidade de organização das respostas necessárias às demandas de uma sociedade, em um tempo e em um contexto histórico, favorecendo o interesse do aluno e, em consequência a sua aprendizagem.

Referências

ACIDENTE NUCLEAR DE CHERNOBYL. **Fantástico** – parte 1, 1 vídeo (13:20 min). Publicado pelo canal Felipe Silva. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=jaL5Oo98wSo&ab_channel=FelipeSilva. Acesso em: 9 mar. 2020.

ALIMENTOS RADIOATIVOS PODEM TE MATAR? 1 vídeo (4:59 min). Publicado pelo canal Pincelada. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=4z4IRwpboXg&list=PLWmv6cf4WFk8ICL6zPOYe5ictqh2ezkKs&index=3>. Acesso em: 8 mar. 2020.

D'AMBROSIO, Ubiratan. A transdisciplinaridade como uma resposta à sustentabilidade. **Terceiro Incluído**, Goiânia, v. 1, n. 1, p. 1-13, jan./jun. 2011.

DOCUMENTÁRIO. **Radioatividade – Os Curie**. 1 vídeo (25:45 min). Publicado pelo canal Química Resolve. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=TSTM1y1tWu8&t=1289s>. Acesso em: 4 nov. 2021.

DOLZ, Joaquim; NOVERRAZ, Michèle; SCHNEUWLY, Bernard. **Sequências didáticas para o oral e a escrita**: apresentação de um procedimento. 3. ed. São Paulo: Mercado de Letras, 2004.

FAZENDA, Ivany C. **Interdisciplinaridade**: História, Teoria e Pesquisa. 18. ed. Campinas: Papirus, 2012.

FLORES, José Francisco; OLIVEIRA, Luciano Denardin de. Transdisciplinaridade. *In*: GALLON, Mônica da Silva; DOPICO, Sabrina Isis Brugnarotto; ROCHA FILHO, João Bernardes (org.). **Transdisciplinaridade no ensino das ciências**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2017. p. 10-22.

HISTÓRIA DA RADIOLOGIA. Wilhelm Conrad Röntgen – FAMESP. 1 vídeo (24:53 min). Publicado pelo canal 4YOU PODCAST. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=FWnSibyHVNo&list=PLWmv6cf4Wfk8ICL6zPOYe5ictqh2ezkKs&index=2>. Acesso em: 18 fev. 2020.

JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e patologia do saber**. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

MARTINS, André Pinto. Ensino de ciências: desafios à formação de professores. **Revista Educação em Questão**, Natal, v. 23, n. 9, p. 53-65, maio/ago. 2005.

MARTINS, Maria José de; MOGARRO, Maria João. A Educação para a Cidadania no Século XXI. **Revista Iberoamericana de Educación**, Madrid, Espanã, n. 53, p. 185-202, 2010.

MARTINS, Roberto de Andrade. Introdução: A História das Ciências e seus usos na Educação. In: SILVA, Cibelle Celestino (org.). **Estudos da História e Filosofia das Ciências**: subsídios para a aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006. p. xvii-xxx.

MATTHEWS, Michael. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual e a reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995.

MÉHEUT, Martine; PSILLOS, Dimitris. Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education**, London, v. 26, n. 5, p. 515-535, 2004.

MODANEZ, Leila; ROSSINI, Edvaldo Luiz; ARTHUR, Valter. Falta de informação: a principal causa para rejeição dos alimentos irradiados. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 7, n. 3, p. 41-51, set./dez. 2016.

MONTEDO, Paulo Sérgio Gae; MARINELLI, José Ricardo. Uma proposta em ensino de física e o debate nuclear. **Revista do Professor de Física**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 28-46, 2019.

MORIN, Edgar. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. Tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya. São Paulo: Cortez, 2000.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Pressupostos epistemológicos para uma metodologia de ensino de química: mudança conceitual e perfil epistemológico. **Química Nova**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 242-249, 1992.

MOURA, Breno Arsoli. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-46, jan./jun. 2014.

ORNELLAS, Cléia Batista Dias *et al.* Atitude do Consumidor frente à Irradiação de Alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 211-213, jan./mar. 2006.

PEDUZZI, Luiz O. Q.; RAICIK, Anabel Cardoso. Sobre a Natureza da Ciência: asserções comentadas para uma articulação com a História da Ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 25, n. 2, p. 19-55, ago. 2020.

ROCHA FILHO, João Bernardes; BASSO, Nara Regina de Souza; BORGES, Regina Maria Rabello. Aspectos Histórico-Epistemológicos e Éticos. *In*: ROCHA FILHO, João Bernardes; BASSO, Nara Regina de Souza; BORGES, Regina Maria Rabello (org.). **Transdisciplinaridade: a natureza íntima da Educação Científica**. 2. ed. Porto Alegre: EdiPUCRS, 2015. p. 39-46.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 36, p. 474-492, set./dez. 2007.

Silva, Fellipe Fernandes Rabelo da. **Radiatividade e História das Ciências como percursos transdisciplinares: desafios e possibilidades**. 2020. 135 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências da Natureza) – Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2020. Disponível em: <https://app.uff.br/riuff/handle/1/14976> Acesso em: 10 set. 2021.

SLONGO, Ione Ines Pinsson. **História da Ciência e Ensino: Contribuições para o professor de biologia**. 1996. 148 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1996. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/15801> Acesso em: 28 out. 2021.

TRANCOSO, Marcelo; SANTOS, Nadja P dos. A História das Ciências colaborando no estudo da estrutura atômica e dos modelos atômicos no Ensino Médio. *In*:

BELTRAN, Maria Helena Roxo; SAITO, Fumikazu; TRINDADE, Lais dos Santos Pinto (org.). **História da Ciência – Tópicos atuais 5**. São Paulo: Livraria da Física, 2017. p. 225-251.

UNESCO, Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Declaração de Veneza**. Comunicado final do Colóquio “A ciência diante das Fronteiras do Conhecimento”. Veneza, Itália, 1986. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000068502_por. Acesso em: 4 dez. 2022.

VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. Transdisciplinaridade, interdisciplinaridade e disciplinaridade na história da ciência. **Scientia Sudia**, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 279-293, jun. 2004.

VILELA, Mariana Lima; SELLES, Sandra Escovedo. É possível uma Educação em Ciências crítica em tempos de negacionismo científico? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 37, n. 2, p. 1722-1747, dez. 2020.

Capítulo 5

Esquemas colaborativos em Ensino de Física e Matemática

Augusto Cesar de Castro Barbosa
Cláudia Ferreira Reis Concordido
Marcus Vinicius Tovar Costa

Introdução

Neste trabalho apresentamos uma revisão sobre esquemas colaborativos no ensino de disciplinas da área de Ciências Exatas e da Terra. Faremos algumas considerações sobre a diferença dos termos cooperação e colaboração e englobaremos em Esquemas Colaborativos (EC) toda iniciativa que objetive uma prática mais democrática e humanizada (Amonachvili, 1989), de maneira que o conhecimento possa ser construído coletivamente, onde cada indivíduo seja agente dessa construção e o professor se torne também mais um observador reflexivo da própria aula. Dessa forma, englobaremos em EC termos como ensino colaborativo, aprendizagem cooperativa, aprendizagem colaborativa e métodos de engajamento interativo (MEI).

Diversos autores (Harasim, 1989; Nitzke *et al.*, 1999) apontam para a diferença conceitual entre os termos colaboração e cooperação. Para alguns deles a colaboração é, em geral, um processo mais complexo, tendo como principal característica o trabalho em equipe. Neste tipo de esquema a cooperação entre os membros de um grupo está presente, assim como existe a possibilidade de interação entre grupos, existindo a meta de se construir um produto final.

No entanto, para alguns autores, a diferença principal entre colaboração e cooperação está na maneira como se organiza a tarefa pelos grupos. Na cooperação, todos trabalham em conjunto dentro de uma estrutura hierárquica e cada membro da equipe se responsabiliza por parte de uma tarefa. Neste esquema, os esforços são dirigidos para que o objetivo estabelecido seja alcançado da forma mais rápida e fácil possível. Já na colaboração não se estabelece hierarquia entre os membros de um grupo, tampouco hierarquia entre os diversos grupos, sendo respeitadas as habilidades e pontos de vista de todos os atores no processo de se alcançar o objetivo traçado (Nitzke *et al.*, 1999).

Apesar de na prática apresentarem diferenças, as ideias de colaboração e cooperação caminham muito próximas. A colaboração está ligada diretamente à noção de continuidade de um trabalho a ser realizado, enquanto a cooperação tem característica mais imediatista, onde o principal é a realização do trabalho, independentemente de como foram feitas as atribuições ao grupo para a realização da tarefa. Existem diversos entendimentos do que é colaborar/cooperar. Ferreira (1999), por exemplo, entende que diferenciar um termo do outro não acrescenta muito valor. Dessa forma, neste trabalho não nos deteremos nas diferenças mencionadas e tomaremos estes conceitos com maior proximidade.

O ensino colaborativo pode ser entendido como um conjunto de atividades construtivistas que visam o desenvolvimento cognitivo através de trocas de conhecimento entre os envolvidos no processo, não se limitando apenas a uma exposição de conteúdo e sim à construção coletiva de um determinado conhecimento, onde a heterogeneidade entre os membros do grupo desempenha papel importante nas discussões. O foco principal do ensino colaborativo é desenvolver a capacidade de aprender trabalhando em grupo, onde todos os indivíduos participam do processo, sem deixar de lado o caráter de socialização.

Aprendizagem colaborativa é um termo que designa diversas abordagens educacionais que demandam esforço intelectual conjunto, envolvendo estudantes e professores. Nessa abordagem, estudantes trabalham em pequenos grupos, de três ou quatro componentes, procurando o domínio de um determinado as-

sunto (Castro Barbosa; Concordido, 2009). A aprendizagem colaborativa se pauta na exploração do material do curso e não apenas na explicação do professor, representando um afastamento da abordagem tradicional das aulas expositivas em sala de aula. Apesar disso, a aula expositiva pode e deve continuar existindo, mas privilegiando a discussão de estudantes e o trabalho ativo com o material do curso. O professor nessa abordagem ganha o status de projetista de experiências intelectuais para os estudantes, atuando mais como orientador e facilitador da aprendizagem (Finkel; Monk, 1983).

Na aprendizagem cooperativa, diversas tarefas são propostas aos grupos com objetivos tanto acadêmicos como de habilidades sociais, com atribuição de papéis dentro de cada pequeno grupo para assegurar a independência dos participantes e preparar os estudantes para desenvolver diferentes habilidades para o trabalho em equipe (Johnson; Johnson; Holubec, 2013).

Para Tractenberg, Barbastefano e Struchiner (2010), a aprendizagem colaborativa e o ensino colaborativo possuem diferenças. A aprendizagem colaborativa trata de um processo que tem por base as teorias construtivistas, no qual a promoção do desenvolvimento cognitivo deve ser realizada por meio das trocas sociais entre indivíduos com um objetivo de aprendizagem comum e pelo uso de práticas que propiciem esse ambiente interacionista. O ensino colaborativo, que também tem o construtivismo em sua estrutura pedagógica, é uma prática em que a formação de grupos heterogêneos e o desenvolvimento das relações intra e intergrupos são fatores diferenciais, em relação à aprendizagem colaborativa (Robbins, 2005 *apud* Tractenberg; Barbastefano; Struchiner, 2007). Chamaremos de EC qualquer prática que, através da formação de pequenos grupos, permita a criação de um ambiente interacionista e se baseie na construção coletiva do conhecimento.

Os MEI são métodos de ensino que exigem do aluno uma postura ativa, isto é, são aqueles em que os alunos têm a oportunidade, durante o processo de aprendizagem, de participar ativamente da construção de conceitos e da solução de problemas, recebendo uma avaliação imediata de seu aprendizado através da interação com o professor ou com seus colegas (Barros, 2005).

Já foi verificado que o desempenho de alunos em disciplinas que usaram MEI é significativamente melhor do que alunos que estudaram utilizando métodos tradicionais (Barros *et al.*, 2004; Hake, 1998). Apresentaremos uma experiência bem sucedida de MEI na Universidade Federal de Juiz de Fora. Contudo, uma das principais dificuldades na utilização de MEI é o excesso de trabalho extra do professor, pois exige uma preparação muito maior do que aquela da abordagem tradicional.

As atividades desenvolvidas em EC são realizadas por grupos nos quais todos participam das decisões, ou seja, podemos chamá-los de grupos de consenso. Nesta abordagem, todos os alunos trabalham colaborativamente numa atividade, trocando ideias e opiniões, até se chegar, em conjunto, a um produto final, sempre com a participação de todos do grupo em todo o processo de aprendizagem.

A organização dos grupos deve ser conduzida pelo professor. Este pode organizar os grupos utilizando alguns critérios como, por exemplo, o nível de conhecimento de cada aluno, aproximando aqueles alunos que possuem mais facilidade daqueles que têm maiores dificuldades. Um outro critério é o grau de afinidade entre os alunos, onde é possível promover a socialização entre alunos que não possuem afinidade, além de limitar o número de componentes do grupo.

Para o melhor entendimento do EC na próxima seção abordaremos os principais fatos históricos ligados ao seu desenvolvimento no meio acadêmico.

Uma breve abordagem histórica

As práticas colaborativas vêm sendo testadas e registradas por teóricos, professores e pesquisadores desde o século XVIII. Entre os anos de 1774 e 1826, o professor de filosofia George Jardine da Universidade de Glasgow aplicou técnicas de aprendizagem colaborativa na elaboração de textos coletivos, que tinham como principal objetivo preparar os alunos para participarem com sucesso da sociedade britânica. Jardine avaliava seus alunos em pares e adaptava, quando necessário, sua metodologia às necessidades dos alunos durante o processo de aprendizagem (Gaillet, 1994; Torres; Alcantara; Irala, 2004).

Pesquisas realizadas em 1994 pelos irmãos Roger Johson e David Johson (Galvão, 2012) mostram que no início do século XIX surgiram as primeiras experiências em escolas tradicionais, como Lancaster School e Common School Movement, da utilização de EC em salas de aula. No final do século XIX, os Estados Unidos, através do superintendente de escolas públicas Coronel Francis Parker, promoveram a aprendizagem em grupo nas escolas públicas (Johnson; Johnson, 1992, 1998 *apud* Gilliam, 2002).

A Escola Nova foi um movimento surgido no fim do século XIX, que trouxe à tona uma discussão acerca da importância do papel do aluno no processo de ensino aprendizagem. Os escolanovistas defendiam uma educação democrática que respeitava as diferenças e as usava no processo de ensino-aprendizagem. Isto implicava que os conteúdos não poderiam ser simplesmente apresentados a uma classe, uma vez que cada aluno possuía um tempo próprio de aprendizagem (Santos; Prestes; Vale, 2006). Nesse movimento, o professor assumia o papel de facilitador do processo de ensino-aprendizagem, devendo se manter sempre atento e focado no aluno para despertar seu interesse.

O movimento da Escola Nova recebeu grande influência das teorias de educadores como John Dewey, Maria Montessori e Jean Piaget, e sem dúvida foi de grande contribuição no desenvolvimento da aprendizagem colaborativa (Behrens, 2013). Dessa forma, a Escola Nova procurou um resgate da representação do educando e suas necessidades, dando destaque à sua participação mais efetiva na ação educativa.

No final do século XIX, John Dewey (1859-1952) salientava a importância da escola que se preocupasse com “o desenvolvimento de um espírito de cooperação social e de vida comunitária” (Teixeira, 1971). Para Dewey, era inaceitável uma escola em que os estudantes tivessem que decorar lições. A escola ideal seria aquela onde o estudante teria total liberdade de expressão, tendo liberdade para criar sua própria forma de raciocinar, além de poder expor suas opiniões e ideias, fazendo assim uma troca de experiências com seus colegas de turma, e com isso melhorar seu desempenho acadêmico através de novas formas de pensar.

John Dewey utilizava grupos colaborativos como parte de seu método de ensino, pois acreditava que a construção da educação se dava pela constante reflexão e reorganização das experiências vividas e isso só seria possível em uma sociedade democrática onde o indivíduo fosse livre para opinar e assim dinamizar a construção de uma teoria (Teixeira, 1971).

Na década de 1960, Edwin Mason, Charity James e Leslie Smith, professores da Faculdade Goldsmith, da Universidade de Londres, Inglaterra começaram a desenvolver práticas colaborativas, buscando tornar a educação mais democrática eliminando qualquer forma autoritária de educação que fosse socialmente destrutiva. Minnie L. J. Abercrombie em seu livro *The Anatomy of judgement* aponta que em suas pesquisas, no campo médico, percebeu que os alunos da Universidade de Londres obtinham um desempenho melhor dos diagnósticos quando trabalhavam em grupos e não individualmente, reforçando os conceitos colaborativos (Abercrombie, 1960; Bruffee, 1993).

No início da década de 1970, alguns professores de universidades americanas perceberam a enorme dificuldade que os alunos recém-ingressos possuíam para adaptar-se à vida universitária. Para minimizar os efeitos desta mudança, diversos professores iniciaram pesquisas e desenvolveram trabalhos sobre ensino colaborativo (muitas vezes denominada aprendizagem colaborativa). Ainda na década de 1970 ocorreu em Tel Aviv, Israel, a primeira conferência com o objetivo de discutir sobre o ensino cooperativo (Johnson; Johnson 1992, 1998 *apud* Gilliam, 2002). Apenas na década de 1990 é que o estudo de práticas colaborativas se desenvolveu de forma significativa e se tornou popular nas universidades (Torres; Alcantara; Irala, 2004).

Em quase todos os países são observados altos índices de reprovação e abandono nas disciplinas de Matemática e de Física. Uma característica comum a esses lugares é o desenvolvimento das disciplinas em ambientes tradicionais de ensino, em que se destaca a falta de interação entre os alunos, excesso do uso da memorização, conhecimento adquirido de forma fragmentada, nota para aprovação como único objetivo e falta de questionamento dos conteúdos que são apre-

sentados. Com a intenção de mostrar que este quadro pode ser alterado positivamente, mostramos a seguir algumas experiências exitosas com EC.

Experiência na Disciplina Física I da UFJF

Realizada em 2001, esta experiência teve como alvo a disciplina Física I do Departamento de Física da Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF (Barros *et al.*, 2004). A disciplina Física I desempenha um papel muito importante na área de Ciências Matemáticas e da Natureza, sendo pré-requisito para quase todos as disciplinas dos cursos de Matemática, Física, Química e Engenharias.

Nas aulas expositivas o engajamento interativo foi estimulado pelas técnicas conhecidas por “*Peer Instructions*” – Instrução pelos Colegas ou Instrução por Pares – (Mazur, 2001) e Minirrelatórios. Mazur identificou um total de nove etapas a serem seguidas durante a atividade, desde a apresentação dos “elementos centrais” do conteúdo até a explicação sobre a questão proposta como avaliação do tema em questão. Entre o início e o fim do processo os alunos são levados a assumir um papel de destaque. A seguir, descrevemos de modo sucinto como foi realizada uma atividade em sala de aula.

Durante todo o semestre de realização da proposta, a turma se reunia duas vezes por semana durante duas horas em cada encontro, em um total de 68 horas no semestre. A dinâmica se iniciava com uma aula expositiva de uma hora de duração; em seguida, durante uma hora, grupos de 3 a 5 alunos desenvolviam atividades ligadas ao conteúdo apresentado.

Após um período de 15 a 20 minutos de aula, um teste conceitual era aplicado aos alunos e estes votavam em uma das respostas colocadas no quadro. A partir do resultado, o professor discutia o problema com a turma. A segunda metade das duas aulas semanais era destinada a atividades em grupo, pois esta é uma maneira eficiente de engajar os alunos, permitindo que suas ideias e conceitos sejam solidificados e esclarecidos. Os grupos foram formados pelo professor no

início do curso com perfis heterogêneos, pois esta situação permite que trabalhos em grupo sejam mais bem sucedidos (Millis; Cottell Jr., 1998).

As avaliações foram realizadas através das atividades desenvolvidas pelos grupos e através de Questionários e Minirrelatórios, duas importantes ferramentas metacognitivas (Barros *et al.*, 2004; Davis; Nunes; Nunes, 2005). Os Questionários eram aplicados semanalmente e consistiam das perguntas: “O que você aprendeu nessa semana?”; “Que assunto ainda não está claro para você?”; “Que perguntas faria aos alunos se você fosse o professor e quisesse descobrir se eles entenderam a matéria?”. Os Minirrelatórios consistiam de perguntas sobre o conteúdo estudado em sala, com duração em torno de cinco minutos.

A avaliação para medir o desempenho da turma foi feita através de um pré-teste, aplicado no primeiro dia de aula, e de um pós-teste, aplicado no final do semestre. Para se calcular o desempenho dos alunos usou-se o ganho normalizado g definido por:

$$g = \frac{\%pós - \%pré}{100\% - \%pré},$$

onde $\%pré$ é a nota do pré-teste e $\%pós$ é a nota do pós-teste. O ganho de compreensão conceitual medido foi melhor para o método descrito do que para o método tradicional com aulas puramente expositivas. Esta observação está em concordância com os resultados existentes na literatura para instrução com engajamento interativo (Hake, 1998).

Na experiência desenvolvida em grupos, os alunos foram incentivados a agir de maneira similar a uma interação entre pares da comunidade científica, fornecendo regras de comportamento para cada aluno, numa tentativa de simular uma comunidade de físicos (Greeno, 1997). Além disso, foram utilizados componentes metacognitivos que tinham como objetivo ir além do simples conhecimento conceitual sobre a matéria. Foram utilizados problemas contextualmente ricos, com o objetivo de fazer uma maior conexão entre o mundo real e conhecido dos alunos e os conceitos estudados no curso de Física I.

Experiência na Disciplina Mecânica Clássica da UFJF

Essa é mais uma experiência bem sucedida num esquema colaborativo, realizada na disciplina de Mecânica Clássica na UFJF, que é obrigatória para os cursos de bacharelado e licenciatura em Física, presente, em geral, no quarto ou no quinto período. Essa disciplina tem como ementa a Mecânica Newtoniana na forma vetorial, com a utilização do Cálculo Diferencial e Integral; em geral, a carga horária é de 4 horas por semana – em aulas de duas horas, duas vezes por semana. Os livros-texto adotados foram Mecânica, de K. R. Simon (1982) e Mecânica Vetorial, de L. P. M. Maia (1984) (Barros, 2005).

Todas as aulas tinham uma componente expositiva, que raramente superava mais de 50% do tempo de aula (de duas horas). Este era um momento reservado para apresentar, principalmente, a parte técnica da matéria. Durante a parte expositiva da aula, o professor, ocasionalmente, solicitava aos alunos um pequeno ensaio (cinco a dez minutos), que incluía questões ligadas diretamente à compreensão do assunto e questões metacognitivas (Hake, 1998) como, por exemplo: “Que assunto foi mais confuso para você na aula de hoje?”; “Se você teve alguma dificuldade na aula de hoje, qual foi sua dificuldade?”; “O que você precisaria aprender para entender melhor o assunto da aula de hoje?”; “Dê um exemplo de uma situação real, do dia a dia, em que você poderia aplicar o que você aprendeu hoje”.

Durante a aula, grupos de dois ou três alunos trabalhavam com um problema relacionado ao tópico abordado naquele momento. Ao final da atividade, um grupo era sorteado e apresentava o resultado do seu trabalho para a turma. Esse momento era destinado às discussões, onde possíveis soluções eram apresentadas e ocorria o aprofundamento do conteúdo estudado.

Semanalmente, era distribuída uma lista com no máximo três problemas. Um grupo era sorteado e apresentava a solução no quadro na semana seguinte, sendo atribuída pontuação ao fim dessa atividade; o processo de apresentação/correção da lista durava aproximadamente de 30 a 40 minutos, e acontecia uma vez por semana. Na avaliação final foram considerados os seguintes pesos: listas

de exercícios, peso dois; atividades em grupo, peso três e provas (duas no semestre), peso cinco.

O sucesso do EC nesta disciplina foi verificado através de entrevistas após o término do período, quando foi possível perceber o nível de aprofundamento dos conteúdos abordados. O ganho neste tipo de EC não se resumiu apenas a uma melhor compreensão do conteúdo, o que não é pouca coisa quando comparamos com a abordagem tradicional, ele também pode ser observado pela presença de elementos metacognitivos durante todo o processo, isto é, o estudante tem oportunidade de pensar a respeito do seu próprio processo de aprendizado e não apenas na aplicação dos conhecimentos adquiridos.

Experiência com um Esquema Colaborativo no Ensino de Funções no PEJA

O principal objetivo dessa experiência foi mostrar que é possível inserir em sala de aula um EC, que possibilite ao aluno desenvolver-se tanto na Matemática, quanto em sua cidadania. Durante sua realização, os alunos foram estimulados a se posicionar frente a diferentes situações em que surgiram entendimentos e posicionamentos diferentes dos seus, o que, sem dúvida, contribuiu para um aumento significativo de sua capacidade de socialização.

A Educação de Jovens e Adultos no Município do Rio de Janeiro foi implantada em 1984 em três escolas como um projeto alternativo para adolescentes das classes populares, entre 14 e 20 anos. Seu currículo era composto pelas disciplinas do núcleo comum adotado naquele período, além de aulas de técnicas comerciais, inglês, artes industriais, artes plásticas, educação para o lar e educação musical (Fávero; Andrade; Brenner, 2007).

O Programa de Educação de Jovens e Adultos (PEJA) foi criado em 1987 como um Programa de Educação Juvenil, pois era uma das metas do Programa Especial de Educação (PEE). O PEJA deveria funcionar com no máximo 20 tur-

mas por CIEP e 15 alunos por turma, carga horária de quatro horas diárias, das 18h às 22h, com período para a janta (Fávero; Andrade; Brenner, 2007).

O PEJA, distinto do ensino supletivo e do regular noturno, é organizado em dois segmentos: o PEJA I (1.602 horas anuais), que corresponde ao 1º segmento do Ensino Fundamental, e o PEJA II (1.602 horas anuais), que corresponde ao 2º segmento. No PEJA I é iniciado o Bloco 1, em que o aluno vivencia o processo inicial de alfabetização. No Bloco 2, o aluno amplia e aprofunda a relação texto e contexto, a partir de uma abordagem interdisciplinar. No PEJA II são realizadas atividades presenciais, que proporcionem uma atmosfera adequada e motivadora para o aluno. As turmas são formadas por alunos com idade igual ou superior a 17 anos e, excepcionalmente, de 15 e 16 anos se houver autorização dos responsáveis e da direção da escola ou da Coordenadoria Regional de Educação – CRE (Rio de Janeiro, 2021).

A experiência selecionada foi realizada em uma escola municipal do Rio de Janeiro, de período integral, localizada no bairro de Copacabana. As atividades foram desenvolvidas em novembro e dezembro de 2013, perfazendo um total de 28 horas em 7 dias de aulas, com 4 horas aula em cada dia. As atividades envolveram duas turmas – chamadas de A e B. Essas eram turmas do PEJA II, correspondente ao 9º ano do Ensino Fundamental, com média de idade de 32 anos. O ensino colaborativo foi utilizado na turma A e essa escolha deveu-se unicamente ao fato de ela possuir alunos com maior dificuldade do que aqueles da outra turma, que teve as atividades desenvolvidas dentro de uma abordagem tradicional (Tovar Costa; Castro Barbosa; Del Rio, 2018).

O tópico de Matemática desenvolvido neste período foi funções reais de uma variável real, que tinha como pré-requisitos para realização das atividades os conceitos de plano cartesiano e de valor numérico.

Todas as atividades desenvolvidas basearam-se na relação entre as diversas representações de função. Os alunos também foram conduzidos a perceber o papel desempenhado pelo conceito de função em outras disciplinas e como ela se mostra nas relações do cotidiano. Vale mencionar que em cada atividade procu-

rou-se possibilitar que os alunos trabalhassem em grupo e expusessem suas dúvidas e seus entendimentos sobre o assunto abordado, além de permitir constantes intervenções no sentido de que fossem feitos os esclarecimentos necessários.

O conceito de função foi apresentado em duas aulas de 60 minutos cada uma. As atividades foram desenvolvidas em 3 aulas de 60 minutos em 3 dias, em um total de 9 horas. A turma A foi dividida em 4 grupos de 3 ou 4 alunos, dependendo da frequência diária.

Durante as atividades, devido à dificuldade encontrada pelos alunos na resolução dos exercícios propostos, o esquema colaborativo adotado passou a ser encarado como um facilitador no entendimento desses exercícios e em suas soluções. Quando um aluno não conseguia entender ou resolver um determinado exercício, ele buscava ajuda dentro do grupo a que ele pertencia.

Foram aplicadas duas avaliações na turma A – uma em grupo e outra individual. A avaliação tradicional teve como objetivo servir como instrumento de diagnóstico individual, fornecendo uma informação mais detalhada de cada aluno, no que diz respeito ao desenvolvimento do processo de aprendizagem. Possibilitou também a identificação dos alunos que apenas se apoiaram no trabalho do grupo ou, simplesmente, daqueles que, mesmo tentando aprender, não conseguiam compreender o que estava sendo solicitado.

O desempenho da turma A foi bem superior na avaliação em grupo, em que a média foi 8,0, enquanto que na avaliação individual a média foi 5,2. Esta diferença se deve à divisão dos grupos, pois eles foram formados de maneira que, em cada um havia, pelo menos, um aluno que tinha se destacado positivamente em outras avaliações. Um outro fator que também explica essa discrepância entre as notas em uma mesma turma, é que alguns alunos, mesmo participando das atividades de forma adequada, necessitavam ainda de um atendimento mais individualizado.

Um ponto que vale ser destacado é a afirmação de todos os alunos, ao final de cada aula, de que a maneira com que o conteúdo foi trabalhado havia sido

agradável, o que contrastou com a maioria que afirmava não gostar das aulas de Matemática antes do início das atividades.

Quando comparamos as duas turmas em relação à avaliação individual, verificou-se uma maior homogeneidade no desenvolvimento da aprendizagem na turma A em relação à turma B, com apenas um aluno obtendo nota acima da média, e dois alunos com notas bem abaixo. Na turma B, metade dos alunos conseguiu notas maiores que 8,0 e a outra metade ficou com notas abaixo de 6,0; a média foi 6,6.

Quando comparamos os resultados das duas turmas, observamos que, apesar de os alunos da turma A terem maior dificuldade em Matemática do que os da turma B, os resultados foram bem próximos, com apenas uma pequena vantagem para a turma B. No entanto, o que foi alcançado pela turma A merece ser destacado, pois essa turma apresentou de forma clara um maior ganho em termos de socialização e uma melhor convivência com a Matemática quando comparada com a turma B.

Experiência com um Esquema Colaborativo no Ensino de Matemática na 6ª Série de uma Escola Municipal

O objetivo dessa experiência foi a aplicação de um EC, comparando o desenvolvimento de atividades realizadas nas turmas com o uso dessa abordagem com turmas nas quais utilizou-se o ensino tradicional, e dentro deste cenário fazer uma breve avaliação entre as duas dinâmicas (Moraes; Castro Barbosa; Tovar Costa, 2017).

A pergunta que norteou esse trabalho foi: “Como a mediação pedagógica e a prática do ensino colaborativo podem auxiliar no ensino-aprendizagem da Matemática?”.

A natureza dessa pesquisa foi descritiva, recorrendo-se a abordagens quantitativa e qualitativa, por meio de um estudo de caso realizado em uma escola

municipal do Rio de Janeiro. A escola está localizada em Oswaldo Cruz, bairro da zona norte do Rio de Janeiro e a experiência ocorreu no primeiro semestre de 2015. Foram aplicadas as atividades com três turmas (A, B e C) do 6º ano, onde em duas turmas foi utilizado um EC e na terceira uma abordagem tradicional. A ideia foi realizar uma comparação entre as turmas, para termos conhecimento na prática se um EC seria efetivo ou não.

Os alunos foram organizados em grupos de 4 ou 5 alunos, em função de seu desempenho em avaliações anteriores, visando obter o maior grau de heterogeneidade possível no mesmo grupo em termos de desempenho. Isto significa que, em um dado grupo, um aluno que obteve boas notas anteriormente trabalhava com alunos que não obtiveram bom desempenho nas mesmas avaliações.

Como no relato anterior, aqui também as avaliações foram iguais para todas as turmas, tanto as que desenvolveram atividades no EC, como para a que trabalhou na abordagem tradicional. Para as turmas que experimentaram o EC, a avaliação foi dividida em duas partes, uma realizada em grupo e a outra individualmente, enquanto que a terceira turma fez apenas a avaliação individual.

Das três turmas envolvidas na pesquisa, a turma A foi de longe a que possuía a maior dificuldade em Matemática, em que boa parte dos alunos não conseguiam fazer contas simples de multiplicação e divisão, tampouco sabiam reconhecer em problemas as operações que deviam ser utilizadas para a sua resolução. Exatamente por apresentar esse perfil, a turma A foi uma das escolhidas para se aplicar o EC. As atividades foram desenvolvidas com a participação de 24 alunos, divididos em 6 grupos de 4 alunos e as questões em todos os testes aplicados foram sobre Unidades de Medidas.

A avaliação em grupo foi composta de 4 questões, em que os grupos obtiveram o seguinte desempenho: 3 grupos acertaram as 4 questões, 2 grupos acertaram 3 questões e um grupo acertou 2 questões. Isto significa que todos os grupos conseguiram acertar, pelo menos, metade das questões.

Na avaliação do desempenho individual foi aplicado um teste também com 4 questões, com o seguinte desempenho: 12 alunos acertaram 1 questão, 6 alunos acertaram 2 questões, 4 alunos acertaram 3 questões e 2 acertaram as quatro questões. Nesse caso, metade dos alunos acertou menos da metade do teste.

A turma B possuía alunos com a maior facilidade em Matemática das três, tendo obtido destaque em avaliações anteriores. Nessa turma foi também aplicado o EC e a avaliação foi conduzida da mesma forma que na turma A.

O trabalho nesta turma contou com a participação de 26 alunos, divididos em 4 grupos de 4 alunos e 2 grupos de 5 alunos. A avaliação em grupo foi composta das mesmas 4 questões aplicadas na turma A e apresentou o seguinte desempenho: 5 grupos acertaram as 4 questões e um grupo acertou 3 questões. O que significa que todos os grupos conseguiram acertar, pelo menos, 75% das questões.

No teste individual de 4 questões, do mesmo nível daquele aplicado em grupo, foi registrado o seguinte desempenho: 4 alunos acertaram 2 questões, 12 alunos acertaram 3 questões e 10 alunos acertaram 4 questões. Isto significa que os alunos acertaram, pelo menos, a metade do teste, sendo que quase 85% acertaram, pelo menos, 75% das questões.

Os alunos da turma C, tendo em vista o desempenho em avaliações anteriores, possuíam um nível intermediário, quando comparado aos das turmas A e B. A turma C contava com 20 alunos e foi escolhida para se aplicar o esquema tradicional, com somente a avaliação individual. Esta avaliação foi composta pelas mesmas questões das avaliações feitas nas outras duas turmas.

A avaliação envolveu 8 questões e a turma obteve o seguinte desempenho: 4 alunos acertaram 2 questões, 4 alunos acertaram 3 questões, 6 alunos acertaram 4 questões, 3 alunos acertaram 5 questões e 3 alunos acertaram 6 questões. Isto significa que os alunos desta turma obtiveram, em média, um aproveitamento de 48%, ou seja, individualmente essa turma obteve um aproveitamento próximo da turma A e distante da turma B.

Quando comparamos o desempenho das duas turmas que participaram da atividade colaborativa com a terceira, verificamos que elas tiveram um rendimento um pouco melhor. Apesar deste resultado, pode ser verificado que o maior ganho com o EC foi em relação à postura dos alunos em sala. Os alunos submetidos ao EC passaram a participar mais efetivamente das atividades em sala, mesmo com o retorno ao esquema tradicional. Um fato que merece ser destacado foi a melhora na socialização desses alunos, não apenas no desempenho de suas atividades, como na forma de tratar os colegas.

Considerações finais

As quatro experiências que foram descritas são simples de serem implementadas, o que pode ser feito sem a necessidade de um esforço especial por parte do professor. Acreditamos que os EC podem ser alternativas bastante eficientes ao ensino tradicional, desde que sua aplicação tenha continuidade e que esteja presente nas aulas das demais disciplinas, pois, sem dúvida, apesar das inúmeras vantagens em relação à abordagem tradicional, demanda um período para que haja adaptação por parte dos alunos.

Referências

ABERCROMBIE, Minnie Louie Jonhson. **The anatomy of judgement**: An investigation into the processes of perception and reasoning. London: Hutchinson, 1960.

AMONACHVILI, Chalva. La pedagogía cooperativa y la humanización del proceso pedagógico. **Perspectivas**, Genebra, v. 19, n. 4, p. 629-638, 1989.

BARROS, J. Acácio de *et al.* Engajamento Interativo no Curso de Física I. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 63-69, 2004.

BARROS, J. Acácio de. Utilizando métodos de engajamento interativo em um curso de mecânica clássica. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16., 2005, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: CEFET/RJ, 2005. p. 1-4.

BEHRENS, Marilda Aparecida. **O paradigma emergente e a prática pedagógica**. 5. ed. Petrópolis: Vozes, 2013.

BRUFFEE, Kenneth A. **Collaborative learning: Higher education, interdependence, and the authority of knowledge**. 2. ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1993.

CASTRO BARBOSA, Augusto César; CONCORDIDO, Cláudia Ferreira Reis. Ensino Colaborativo em Ciências Exatas. **Ensino, Saúde e Ambiente**, Niterói, v. 2, n. 3, p. 72-86, dez. 2009.

DAVIS, Claudia; NUNES, Marina M. R.; NUNES, Cesar A. A. Metacognição e Sucesso Escolar: Articulando Teoria e Prática. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 35, n. 125, p. 205-230, 2005.

FÁVERO, Osmar; ANDRADE, Eliane Ribeiro; BRENNER, Ana Karina. Programa de Educação de Jovens e Adultos (PEJA). In: HADDAD, Sérgio (org.). **Novos Caminhos em Educação de Jovens e Adultos – EJA...** São Paulo: Ação Educativa; FAPESP; Global Ed., 2007. p. 77-110.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Hollanda. **Aurélio século XXI: o dicionário da Língua Portuguesa**. 3. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

FINKEL, Donald L.; MONK, G. Stephen. Teachers and learning groups: Dissolution of the Atlas Complex. **New Directions for Teaching and Learning**, New Jersey, v. 14, p. 83-97, June 1983.

GAILLET, Lynee Lewis. A historical perspective on collaborative learning. **Journal of Advanced Composition**, Memphis, v. 14, n. 1, p. 93-110, 1994.

GALVÃO, Érica Cristina Belon. **Aprendizagem cooperativa e comunidade de práticas: possibilidades para a educação sociocomunitária**. 2012. 215 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro Universitário Salesiano, São Paulo, 2012.

GILLIAM, Janice Hoots. **The impact of cooperative learning and course learning environment factors on learning outcomes and overall excellence in the community college classroom**. 2002. 234 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual da Carolina do Norte, Raleigh, Estados Unidos, 2002.

GREENO, James Gordon. Theories and practices of thinking and learning to think. **American Journal of Education**, Chicago, v. 106, n. 1, p. 85-126, 1997.

HAKE, Richard R. Interactive-engagement vs traditional methods: a six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of Physics**, Melville, v. 66, n. 1, p. 64-74, Nov. 1998.

HARASIM, Linda Marie. Online Education: A New Domain. *In*: MASON, Robin; KAYE, Anthony A. (ed.). **Mindweave**: Communication, Computers and Distance instruction. Oxford: Pergamon Press, 1989. p. 50-62.

JOHNSON, David W.; JOHNSON, Roger T.; HOLUBEC, Edythe Jonhson. **Cooperative in the Classroom**. 9. ed. Edina, MN: Interaction Book Company, 2013.

MAZUR, Eric. **Peer Instruction**: A User's Manual. New York: Prentice Hall, 2001.

MILLIS, Barbara J.; COTTELL Jr., Philip. G. **Cooperative learning for higher education faculty**. Phoenix, AZ: Edited by American Council on Education, Series on Higher Education, The Oryx Press, 1998.

MORAES, Rafael de Almeida; CASTRO BARBOSA, Augusto César; TOVAR COSTA, Marcus Vinicius. Uma Experiência com Ensino Colaborativo em Matemática no Sexto Ano do Ensino Fundamental. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE MATEMÁTICA APLICADA E COMPUTACIONAL, 36., 2016, Gramado. **Proceedings...** Gramado, v. 5, n. 1, 2017.

NITZKE, Julio A. *et al.* Criação de ambientes de aprendizagem colaborativa. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 10., 1999, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: UFPR, 1999.

RIO DE JANEIRO. Secretaria Municipal de Educação. Resolução SME n. 246, de 03 de fevereiro de 2021. **Diário Oficial do Município do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, n. 229, p. 17-20, 2021.

SANTOS, Irene da Silva Fonseca; PRESTES, Reulcinéia Isabel; VALE, Antônio Marques do. Brasil, 1930-1961: Escola Nova, LDB e disputa entre escola pública e escola privada. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n. 22, p. 131-149, jun. 2006.

TEIXEIRA, Anísio. A Pedagogia de Dewey. *In*: DEWEY, John. **Vida e educação**. 7. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1971. p. 33-53.

TORRES, Patrícia Lupion; ALCANTARA, Paulo R.; IRALA, Esrom Adriano Freitas. Grupos de consenso: uma proposta de aprendizagem colaborativa para o processo de ensino-aprendizagem. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 4, n. 13, p. 129-145, set./dez. 2004.

TOVAR COSTA, Marcus Vinicius; CASTRO BARBOSA, Augusto Cesar de; del RIO, Victor Luiz Castro. Uma Experiência com um Esquema Colaborativo no Ensino de Funções no PEJA. **e-Mosaicos**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 16, p. 105-124, dez. 2018.

TRACTENBERG, Leonel; BARBASTEFANO, Rafael; STRUCHINER, Miriam. As vantagens do ensino colaborativo online: uma experiência aplicada ao ensino da Matemática. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC, 2007. p. 1-12.

TRACTENBERG, Leonel; BARBASTEFANO, Rafael; STRUCHINER, Miriam. Ensino colaborativo online (ECO): uma experiência aplicada ao ensino da Matemática. **Bolema**, Rio Claro, v. 23, n. 37, p. 1037-1061, dez. 2010.

Capítulo 6

“Água e a vida no planeta” – uma oficina temática e a formação docente

Eluzir Pedrazzi Chacon
Ana Beatriz da Silva Jovêncio Martins

Introdução

Um dos grandes desafios para os educadores de todos os níveis de ensino é tornar as aulas de Ciências articuladas com as necessidades e interesses de boa parte dos estudantes. No ensino de Química, esse desafio torna-se mais evidente, talvez devido à necessidade de abstração de alguns conceitos e/ou a linguagem simbólica utilizada, dificultando muitas vezes a compreensão e a assimilação do conhecimento químico e também a percepção de sua importância para o entendimento do mundo. No Ensino Médio, em um curso de Formação de Professores para a Educação Infantil e o Ensino Fundamental I, esse problema é ainda mais intensificado, pois os conteúdos químicos são ministrados apenas nos dois primeiros anos e, muitas vezes, apresentam-se desarticulados e desvinculados dos conceitos a serem trabalhados nas aulas de Ciências, que serão ministradas nas séries iniciais por estes futuros profissionais. Com isso, os alunos, futuros professores, por não dominarem os conteúdos da disciplina ofertada durante o Ensino Médio, não conseguem articulá-los a outros conhecimentos e muito menos contextualizá-los, conseqüentemente, há uma enorme dificuldade para fazer a mediação, o que torna a relação professor-aluno-saber ainda mais complexa.

Desse modo, a todo tempo se indaga sobre qual seria a maneira de tornar essa relação mais fluida? Como promover aulas de Química mais atraentes e articuladas ao conhecimento que será ministrado durante as aulas de Ciências no cenário de atuação profissional desses estudantes? Estas inquietações sobre como o Ensino de Química poderia ajudar no processo de formação dos estudantes, proporcionaram inúmeras reflexões a respeito de modos alternativos que poderiam ajudar na construção do conhecimento.

Segundo Monteiro (2007, p. 82), “professores e alunos são sujeitos, portadores de visões de mundo e interesses diferenciados, que estabelecem relações entre si com múltiplas possibilidades de apropriação e interpretação”. Nesse sentido, ao procurar ministrar os conteúdos do currículo de Química dentro da sala de aula de maneira que as experiências vividas pelos estudantes sejam valorizadas e a aplicação dos conceitos estimulada pode ser uma saída para ampliar as relações com o saber. Além disso, metodologias alternativas que utilizem diferentes ferramentas podem aumentar o diálogo e trazer uma dinâmica que auxilie a instigar este futuro professor a adquirir conhecimentos e com isso, facilitar a interação professor-aluno-saber.

Na sala de aula, a aprendizagem pode ser mecânica, quando o educando não estabelece praticamente um significado para o conhecimento, de modo que recorre à memorização ou então, significativa, que ocorre progressivamente, pois depende da captação e internalização de significados e sua interação com aqueles conhecimentos pré-existentes na estrutura cognitiva discente, que aos poucos vai fazendo sentido e sendo assimilado, tornando o conhecimento prévio mais rico, diferenciado, elaborado em termos de significados e adquirindo assim, maior estabilidade (Moreira, 2011; Moreira, 2006).

Segundo Otero (2006, p. 110, tradução nossa), os processos de construção de significados são complexos, de longo prazo e dependem das instituições onde são realizados, pois “o significado pessoal de um conceito é indissociável do uso e do conjunto de práticas a ele associadas em um determinado contexto social”. Desse modo, segundo a autora, o professor ao buscar uma aprendizagem signi-

ficativa deve ter em mente que participa de um processo de construção de um saber “vivo” e em constante evolução na mente de seus alunos, na comunidade científica e na instituição em que se desenvolve.

Destarte, para que a aprendizagem de um novo conhecimento seja significativa para o educando, duas condições devem ser observadas: os materiais utilizados (livros, aplicativos, aulas etc.) devem ajudar a articular o novo conhecimento a aquele presente em sua estrutura cognitiva, facilitando a atribuição de significados e a necessária disposição do aluno para aprender (Moreira, 2011).

Desse modo, buscando materiais potencialmente significativos e fazer com que os alunos se interessassem pelos conceitos químicos e ao mesmo tempo percebessem a importância de trabalhar com instrumentos didáticos alternativos, visando à experiência profissional futura, a partir de 2014 foram desenvolvidas com os alunos desta Escola de Formação de Professores, situada em Niterói, no Rio de Janeiro, oficinas temáticas que versaram sobre os mais variados assuntos e conceitos. Essas atividades foram desenvolvidas com auxílio de licenciandos durante o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e também como objeto de pesquisa para a elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso. Ressalta-se que em cada uma das atividades realizadas com alunos do primeiro e segundo ano da escola, procurou-se desenvolver o entendimento dos conceitos através do diálogo e do incentivo a utilização de diferentes ferramentas, que pudessem ajudar aos futuros professores da Educação Infantil e Ensino Fundamental I a fazer a mediação do saber. Dentre as oficinas elaboradas e aplicadas podem-se citar: oficina de cordéis, na qual se articularam diferentes conceitos envolvendo a Química Ambiental através de cordéis (Santos *et al.*, 2020); oficina de cinema, onde reações químicas foram usadas para produzir e discutir os efeitos especiais de filmes, além de incentivar a vídeo-produção (Ramos; Chacon, 2019); oficina de teatro, na qual trabalhou-se uma sequência didática que proporcionou o conhecimento da história da Tabela Periódica em uma esquete (El Jamal; Chacon, 2018); dentre outras atividades, cujos resultados foram apresentados em eventos científicos ou ainda estão em fase de publicação.

Mas, por que utilizar oficinas temáticas para fazer essa articulação de saberes? Uma oficina temática é um instrumento que permite fazer uma articulação entre conteúdos e abranger diversos contextos sociais, facilitando a integração de diferentes áreas do saber e aumentando a capacidade analítica e crítica dos educandos (Marcondes, 2008). Suas principais características, segundo a autora (Marcondes, 2008, p. 68-69) são:

- Utilizar da vivência dos alunos e dos fatos do dia a dia para organizar o conhecimento e promover aprendizagens.
- Abordagem de conteúdos da Química a partir de temas relevantes que permitam a contextualização do conhecimento.
- Estabelecimento de ligações entre a Química e outros campos de conhecimento necessários para se lidar com o tema em estudo.
- Participação ativa do estudante na elaboração de seu conhecimento.

Para a estruturação de uma oficina temática pode-se utilizar como base os três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti (1991 *apud* Silva *et al.*, 2014), que são: Problematização Inicial, que tem como objetivo instigar nos alunos, através de problemas reais, a necessidade de adquirir novos conhecimentos; Organização do Conhecimento, cuja finalidade é aquisição de conhecimentos para entendimento e busca pela resolução dos problemas apresentados, sendo mediada pelo professor e Aplicação do Conhecimento, a qual procura estabelecer relações entre os saberes apreendidos e o problema inicial e/ou situações-problema novas.

Assim, com a experiência adquirida com a elaboração e aplicação deste tipo de metodologia ao longo dos anos e com a certeza de sua eficiência na construção de significados para o Ensino de Química, foi desenvolvida uma série de três oficinas temáticas como produto educacional do Mestrado Profissional realizado no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Natureza da Universidade Federal Fluminense.

Portanto, este capítulo é um recorte da dissertação defendida e aprovada e visa à apresentação do desenvolvimento e da aplicação de uma oficina temática que buscou articular diversos conceitos químicos através da “Água e suas propriedades”, um conteúdo que se encontra dentro dos eixos temáticos da área de Ciências no Ensino Fundamental, visando uma aprendizagem significativa e a formação docente.

Desenvolvimento

A oficina temática “Água e a vida no planeta” faz parte de uma série de três oficinas desenvolvidas como produto educacional resultante da dissertação intitulada “Oficinas temáticas para o ensino de Química em um curso de formação de professores”. Ela é fruto de uma pesquisa qualitativa, pois não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas para a análise dos dados, tendo como foco principal de abordagem o processo e seu significado e também participante, devido à interação entre os pesquisadores e os membros das situações investigadas e relacionar o conhecimento a ação (Prodanov; Freitas, 2013).

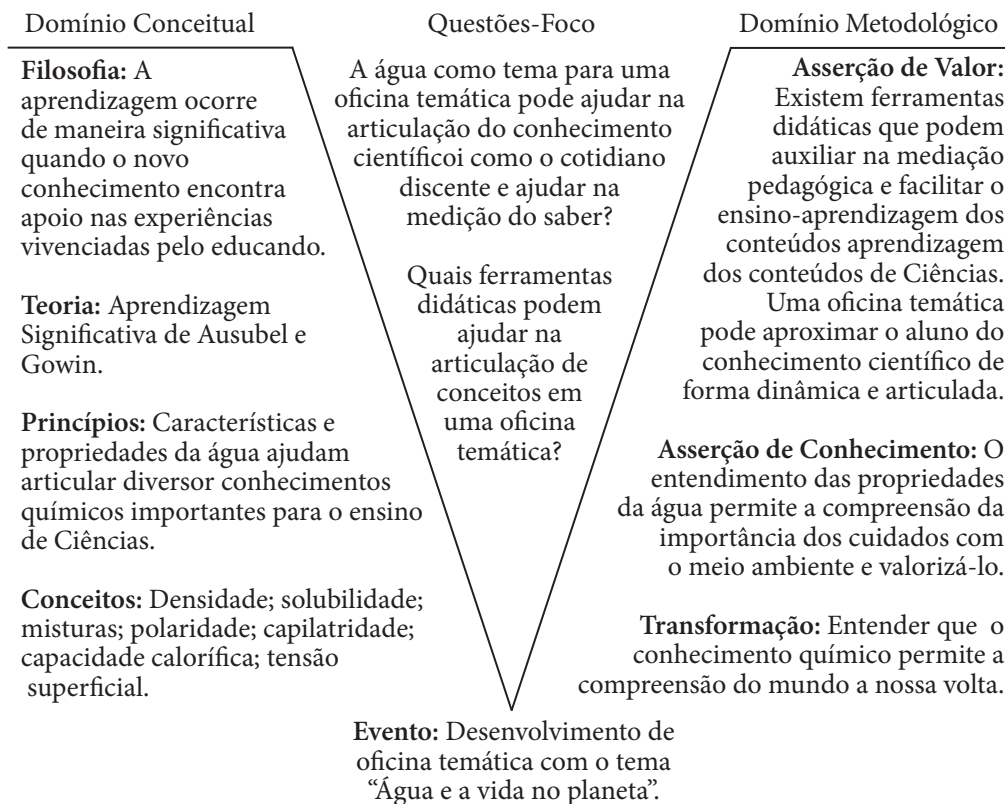
A oficina elaborada seguiu os três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti (1991) e procurou desenvolver um olhar crítico sobre o ensino-aprendizagem da Química e a mediação dos saberes para as salas de aula do primeiro segmento do Ensino Fundamental.

Para nortear o desenvolvimento da oficina temática foi elaborado um diagrama V (Figura 1), que é um instrumento heurístico proposto por Gowin, que mostra a produção do conhecimento como produto resultante da interação dos domínios conceitual e metodológico (Moreira, 2011).

Duas questões-foco foram pensadas: “A água como tema para uma oficina temática pode ajudar na articulação do conhecimento científico com o cotidiano discente e promover a mediação do saber?” e “Quais ferramentas didáticas podem ajudar na articulação de conceitos em uma oficina temática?”. Estas duas

questões direcionaram toda a pesquisa bibliográfica realizada e a procura de recursos educacionais que poderiam proporcionar a compreensão dos conteúdos químicos, abrangendo os conceitos de forma simples e clara. Para respondê-las, buscaram-se interagir os dois domínios, conceitual e metodológico, de modo a desenvolver um produto educacional, que além de articular o conteúdo químico do Ensino Médio com aquele ensinado nas aulas de Ciências, no primeiro segmento do Ensino Fundamental, procurou trazer uma reflexão sobre as ferramentas didáticas que podem auxiliar no ensino-aprendizagem dos assuntos propostos e também na importância da água para a vida no planeta.

Figura 1 – Diagrama V elaborado para nortear a elaboração da oficina temática



Fonte: elaboração das autoras.

O diagrama V mostra que o desenvolvimento da oficina levou em consideração a teoria da aprendizagem significativa, pois se acredita que ao se trabalhar as características, as propriedades e o ciclo da água, além dos problemas cotidianos envolvidos com o tema pode permitir reflexões a respeito de sua relevância para o homem e da necessidade de preservar o meio ambiente, auxiliando os estudantes a perceberem a importância da Ciência para o entendimento do mundo a sua volta. O diagrama V permitiu que durante a elaboração de cada momento da oficina fosse promovida seções de *feedback* sobre as ações que poderiam proporcionar as asserções de conhecimento e de valores, visando a transformação pretendida. Ao escolher os recursos que seriam utilizados no momento da Problematização Inicial e Organização do Conhecimento, voltou-se ao diagrama procurando refletir se os mesmos poderiam auxiliar os professores em formação na mediação pedagógica e no ensino de conceitos científicos em suas classes, e desta maneira, os critérios para escolha de vídeos e dos experimentos foram revistos, tendo como base a adequação da realidade da sala de aula do primeiro segmento do Ensino Fundamental. Assim, a cada atividade que foi sendo elencada para fazer parte da oficina, houve a preocupação de se observar se atendia as asserções previstas e ao domínio conceitual propostos no diagrama V, o qual funcionou como um excelente instrumento para o planejamento e (re)organização de ideias.

O diagrama V elaborado demonstra a preocupação das autoras na construção do conhecimento e na busca da ampliação do olhar discente para o ambiente em que vive de modo a dar significado aos conceitos apreendidos e indo ao encontro do entendimento de Otero (2006), quando mostra a importância do uso e do contexto social na construção do significado do conceito. A oficina foi construída para ser aplicada aos alunos do Curso Normal, isto é, objetivando a formação de professores, de modo que os conceitos discutidos pudessem ajudar na construção dos conhecimentos para futuramente serem ministrados nas aulas de Ciências. Entretanto, pode ser utilizada para quaisquer turmas de alunos do Ensino Médio regular, buscando promover um ensino crítico e articulado a outras áreas do saber.

O desenvolvimento da oficina temática

A oficina temática elaborada e aplicada foi intitulada: “Água e a vida no planeta” e seguiu três momentos: Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento, que são mostrados no Quadro 1, juntamente com as atividades previstas e o tempo médio gasto para cada momento da oficina.

Tendo como ponto de partida a importância da água para a vida do planeta busca-se, por meio da oficina, entender se é possível trazer para a sala de aula os conceitos químicos, tecnologias e desenvolver atitudes de conscientização e responsabilidade em relação à qualidade e uso da água, ao mesmo tempo, aprimorar a formação dos futuros professores. Os momentos da oficina serão discutidos a seguir.

Quadro 1 – Momentos da oficina temática elaborada

<i>Momento</i>	<i>Atividades</i>	<i>Tempo Médio</i>
Problematização Inicial	Apresentação da Oficina	5 min
	Exibição do Videoclipe e letra da música “Planeta Água” de Guilherme Arantes	6 min
	Roda de Conversas	15 min
Organização do Conhecimento	Aula Expositiva	30 min
	Exibição do Vídeo “A turma da Clarinha e o ciclo da Água”	7 min
	Roda de Conversas	10 min
	Experimentação	45 min
Aplicação do Conhecimento	Aplicação de situação-problema nova	22 min
	Elaboração do Plano de Aula	45 min
	Roda de Conversas e Discussão Final	20 min

Fonte: elaboração das autoras.

Momento 1: Problematização Inicial

Durante a Problematização Inicial, a oficina e seus objetivos foram apresentados e logo após um videoclipe de curta duração exibido. O videoclipe escolhido foi da música “Planeta Água” de Guilherme Arantes, com duração de 6:25 minutos e disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=sMgCgImKCKw>, acessado em 04/12/2022, que foi montado pela equipe do artista em homenagem ao Dia Mundial da Água, com fotos enviadas pelos seus fãs. O objetivo de sua exibição foi dar subsídios para fomentar um debate, trazendo à tona os conhecimentos dos alunos sobre o tema e explicitando a importância da água para a vida no planeta Terra; a forma que a água pode ser encontrada na natureza (sólida, líquida e gasosa); as mudanças dos estados físicos da água; o ciclo da água; motivos que levam o autor a chamar a Terra de “Planeta Água”; a poluição e contaminação de rios, lagos e mares.

Após a exibição do videoclipe e a análise da letra da música, uma roda de conversa, conduzida pela professora, foi estimulada, buscando fazer aflorar os conhecimentos prévios sobre cada um dos assuntos abordados. A roda de conversa é um instrumento metodológico que permite abrir um espaço para que os sujeitos da escola estabeleçam um momento de diálogo e interação, o que ajuda a ampliar a percepção discente a respeito de si, de sua comunidade e do próprio cotidiano escolar (Melo; Cruz, 2014).

Algumas questões foram levantadas, tais como: O que Guilherme Arantes quis dizer com o verso “Terra, Planeta Água”? Do que está falando a música? Quais são as formas que encontramos a água na natureza? O que quer dizer evaporação? Porque a água é tão importante para nossa vida?

Durante a roda de conversa percebeu-se que muitos alunos conheciam a música, no entanto, alguns confessaram que nunca pararam para refletir a letra. Durante a discussão foi dito que a água é essencial para a vida e sem ela o homem morreria. Citaram como exemplos de seu uso: cozinhar, lavar os alimentos, tomar banho, lavar louça, dentre outros. Foi discutido o seu desperdício ao lavar o carro,

as calçadas, ao escovar os dentes mantendo a bica aberta e, banhos demorados etc. Segundo os alunos, o autor chamou a Terra de planeta água, porque o planeta é coberto em grande parte pela água, que se encontra distribuída nos estados sólido, líquido e gasoso. Foi citado também que a água traz alegria, como em um banho de cachoeira, mas pode arrancar lágrimas quando em excesso, nas enchentes, por exemplo. Neste momento, a discussão foi complementada mostrando-se um gráfico sobre a distribuição da água na Terra e os problemas relativos à poluição e contaminação de rios, lagos e mares, apontando a responsabilidade do homem em manter a sua qualidade.

Ao final uma questão-problema foi apresentada para a reflexão: Será que no futuro teremos uma escassez de água doce e o que cada um de nós pode fazer para preservá-la em nosso planeta? O intuito desta questão era provocar uma reflexão crítica sobre o assunto e aumentar a percepção da necessidade da aquisição de conhecimentos para buscar soluções para o problema que poderemos enfrentar no futuro: a escassez da água doce.

Momento 2: Organização do Conhecimento

Neste momento uma aula expositiva dialogada foi ministrada utilizando-se slides feitos no *PowerPoint*. Alguns tópicos necessários para o entendimento sobre o tema “Água e a vida no planeta” foram discutidos, tais como: distribuição de água no planeta; cronologia do uso da água pelo homem; a presença de água nos seres vivos; a composição química da água, sua estrutura e geometria; os estados físicos que ela se apresenta e suas transformações e a água como solvente universal. Buscou-se fazer uma revisão dos conteúdos já ministrados em aulas anteriores e sanar algumas dúvidas remanescentes.

Foi exibido também o vídeo “A turma da Clarinha e o ciclo da Água” (disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=RpuWT8fBxSI>, acessado em 04 de dezembro de 2022), uma animação com 6:32 min de duração, produzido pela Companhia Operacional de Desenvolvimento, Saneamento e Ações Urbanas -

Codau, em Uberaba/MG e que apresenta explicações fáceis de como se dá o processo do ciclo da água, qual o caminho que a água percorre desde a captação até chegar às torneiras de casa e a devolução desta água usada para a natureza. Há também uma sensibilização do público quanto ao uso racional convidando-o para cuidar do meio ambiente. Com a exibição deste vídeo pôde-se de maneira fácil e rápida abordar questões relativas ao ciclo da água envolvendo prazerosamente os educandos, pois segundo Moran (1995, p. 28) “o vídeo combina a comunicação sensorial-cinestésica com a audiovisual, a intuição com a lógica, a emoção com a razão”.

O vídeo é sensorial, visual, linguagem falada, linguagem musical e escrita. Linguagens que interagem superpostas, interligadas, somadas, não-separadas. Daí a sua força. Somos atingidos por todos os sentidos e de todas as maneiras. O vídeo nos seduz, informa, entretém, projeta em outras realidades (no imaginário), em outros tempos e espaços. (Moran, 1995, p. 28).

Após a exibição, uma roda de conversas foi realizada e algumas questões discutidas: Qual o percurso da água? Quais eventuais fases e processos que a água passa até chegar as nossas casas? De onde a água vem e para onde ela vai? Nossa cidade tem problemas com a distribuição de água? A discussão realizada foi de grande importância, pois possibilitou seções de *feedback* sobre os assuntos estudados e a conscientização dos problemas que várias comunidades de Niterói e arredores sofrem com o abastecimento de água.

Outra etapa realizada para a aquisição de conhecimentos foi à experimentação, a qual é uma ferramenta que atua de maneira positiva na construção de conhecimentos, estimulando questionamentos e possibilitando discussões e problematizações em torno de um tema, além de permitir a interação entre os estudantes (Costa; Sanchez, 2016, Giordan, 1999; Taha *et al.*, 2016).

Assim, um roteiro experimental foi elaborado utilizando ensaios já consagrados extraídos da literatura, os quais utilizam materiais simples, acessíveis, de baixo custo e baixa periculosidade (Figura 2) e permitiram abordar os conceitos:

densidade, solubilidade, tipos de misturas, polaridade; solubilidade, capilaridade, capacidade calorífica e tensão superficial. Os experimentos realizados e que constam no roteiro experimental são descritos a seguir:

Experimento (a) - O ovo que afunda e o ovo que flutua

Conteúdo: Densidade

Objetivo: Verificar a densidade da água

Materiais e Reagentes: 3 ovos crus; 3 copos de vidro; Sal; Colher; Água; Caneta; Etiquetas.

Procedimento:

- 1- Usando a caneta e as etiquetas, identifique os dois copos, colocando os seguintes dizeres em cada um: “água sem sal”, “água com sal” e “mistura”;
- 2- Coloque água no primeiro copo;
- 3- Coloque o ovo e observe se ele afunda ou flutua;
- 4- Coloque a mesma quantidade de água no segundo copo;
- 5- Adicione sal e misture bem;
- 6- Acrescente o ovo e observe se dessa vez ele afunda ou flutua;
- 7- Coloque no terceiro copo partes iguais da água sem sal e da água com sal;
- 8- Adicione o ovo cru e visualize onde ele se posicionará;
- 9- Adicione mais água doce e veja o que acontece;
- 10- Adicione mais água salgada e observe.

Experimento (b) - Dissolve ou não dissolve?

Conteúdos: Solubilidade, Polaridade e Misturas

Objetivo: Propor o entendimento da solubilidade dos materiais

Materiais e Reagentes: 2 tubos de ensaio; Álcool; Água; Óleo.

Procedimento:

- 1-Colocar cerca de 5 mL de água em 2 tubos de ensaio;
- 2-Adicionar 5 mL de álcool no tubo 1 e 5mL de óleo no tubo 2, respectivamente.
- 3-Observar o que ocorre.

Experimento (c) - Águas coloridas que andam

Conteúdos: Capilaridade e Misturas

Objetivo: Propor o entendimento sobre a capilaridade

Materiais e Reagentes: 7 copos de vidro grande; 3 corantes alimentícios (azul, amarelo, vermelho); 1 rolo de papel toalha.

Procedimento:

- 1- Coloque 30 mL de água em 4 copos.
- 2- Enfileirar os sete copos alternando cheio vazio
- 3- Colocar corante vermelho no 1º copo, em seguida corante azul no 2º copo, amarelo no 3º copo e vermelho no 4º copo.
- 4- Dobrar seis folhas de papel toalha e colocar cada uma em um copo cheio e vazio, vazio e cheio. Observar o que ocorre.

Experimento (d) - Balão a prova de fogo

Conteúdo: Capacidade calorífica

Objetivo: Propor o entendimento sobre a capacidade térmica e o calor específico da água.

Materiais e Reagentes: 2 bexigas coloridas; Água; 1 vela; Fósforo.

Procedimento:

- 1- Pegue uma bexiga e encha-a com ar.
- 2- Acender a vela.
- 3- Coloque a bexiga sobre a vela, a certa distância. Cuidado para não deixar que o pavio toque a bexiga. O que você acha que acontecerá?
- 4- Pegue uma bexiga e encha-a com um pouco de água da torneira.
- 5- Agora, coloque essa bexiga sobre a vela, a certa distância, mais uma vez sem deixar que o pavio toque a bexiga. O que aconteceu?

Experimento (e) - Leite Psicodélico

Conteúdo: Tensão superficial

Objetivo: Observar a existência da tensão superficial em um líquido

Materiais e Reagentes: 1 recipiente de vidro com formato redondo; Corantes alimentícios; Palitos; Detergente líquido.

Procedimento:

- 1- Coloque três quartos de leite em um recipiente de vidro com formato redondo.
- 2- Coloque gotas de corantes alimentícios no centro do recipiente.
- 3- Adicione uma gota de detergente no centro e observe.

Obs: Este experimento pode ser realizado com palitos no lugar do corante (Fuga dos Palitos). Neste caso, um palito deve ser colocado próximo à borda do recipiente com água.

Figura 2 – Roteiro Experimental utilizado na oficina temática

OFICINA: Água e a vida no planeta - Roteiro Experimental

Experimento 1 - O ovo que afunda e o ovo que flutua

Materiais e Reagentes:

- 3 ovos crus
- 3 copos de vidro
- Sal
- Colher
- Água
- Caneta
- Etiquetas



Procedimento:

- 1- Usando a caneta e as etiquetas, identifique os dois copos, colocando os seguintes dizeres em cada um: "água sem sal", "água com sal" e "mistura";
- 2- Coloque água no primeiro copo;
- 3- Coloque o ovo e observe se ele afunda ou flutua;
- 4- Coloque a mesma quantidade de água no segundo copo;
- 5- Adicione sal e misture bem;
- 6- Acrescente o ovo e observe se dessa vez ele afunda ou flutua;
- 7- Agora, você irá colocar no terceiro copo partes iguais da água sem sal e da água com sal;
- 8- Adicione o ovo cru e visualize onde ele se posicionará;
- 9- Adicione mais água doce e veja o que acontece;
- 10- Adicione mais água salgada e observe.

Experimento 2 - Dissolve ou não dissolve?

Materiais e Reagentes:

- 2 tubos de ensaio
- Álcool
- Água
- Óleo



Procedimento:

- 1- Colocar cerca de 5 mL de água em 2 tubos de ensaio;
- 2- Adicionar 5 mL de álcool no tubo 1 e 5mL de óleo tubo 2.
- 3- Observar o que ocorre.

Experimento 3 - Águas coloridas que andam

Materiais e Reagentes:

- 7 copos de vidro grande



- 3 corantes (azul, amarelo, vermelho)
- 1 rolo de papel toalha

Procedimento:

- 1- Coloque 30 mL de água em 4 copos.
- 2- Enfileirar os sete copos alternando cheio vazio
- 3- Colocar corante vermelho no 1º copo, em seguida corante azul no 2º copo, amarelo no 3º copo e vermelho no 4º copo.
- 4-Dobrar seis folhas de papel toalha e colocar cada uma em um copo cheio e vazio, vazio e cheio. Observar o que ocorre.

Experimento 4 - Balão a prova de fogo

Materiais e Reagentes:

- 2 bexigas coloridas
- Água
- 1 vela
- Fósforo



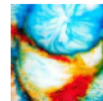
Procedimento:

- 1- Pegue uma bexiga e encha-a com um ar.
- 2- Acender a vela.
- 3- Coloque a bexiga sobre a vela, a uma certa distância da vela. Cuidado para não deixar que o pavio toque a bexiga. O que você acha que acontecerá?
- 4- Pegue uma bexiga e encha-a com um pouco de água da torneira.
- 5- Agora, coloque essa bexiga sobre a vela, a certa distância, mais uma vez sem deixar que o pavio toque a bexiga. O que aconteceu?

Experimento 5 - Leite Psicodélico

Materiais e Reagentes:

- Um recipiente de vidro com formato redondo
- Leite
- Corantes alimentícios
- Palitos
- Detergente líquido para lavar louças



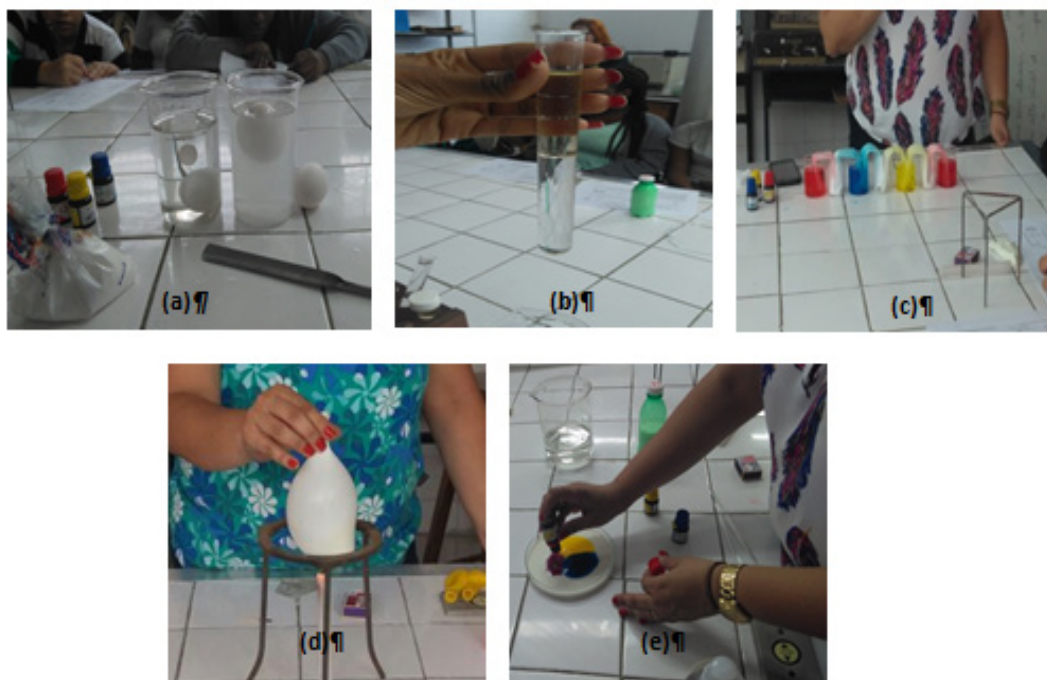
Procedimento:

1. Coloque três quartos de leite em um recipiente de vidro com formato redondo.
2. Coloque gotas de corantes alimentícios no centro do recipiente.
- 3- Adicione uma gota de detergente no centro e observe.

Fonte: elaboração das autoras.

A Figura 3 mostra a realização dos experimentos desenvolvidos no laboratório da escola, porém ressalta-se que eles podem ser realizados na própria sala de aula e permitem a problematização e a contextualização do tema e a participação efetiva dos educandos na construção do conhecimento científico, a partir de questionamentos e reflexões.

Figura 3 – Experimentos realizados

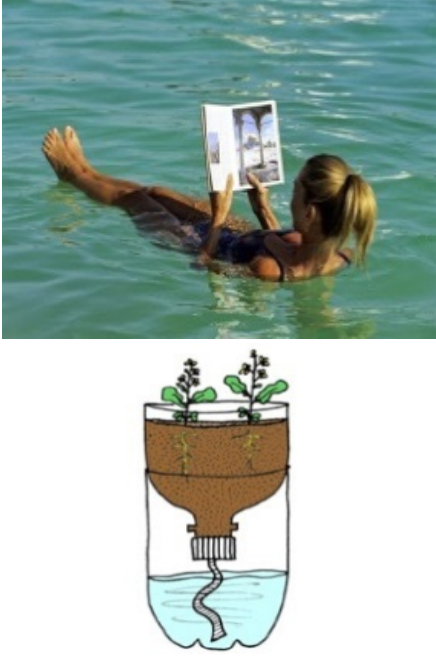


Fonte: elaboração das autoras.

Momento 3: Aplicação do Conhecimento

Situações reais foram trazidas através do exercício mostrado na Figura 4.

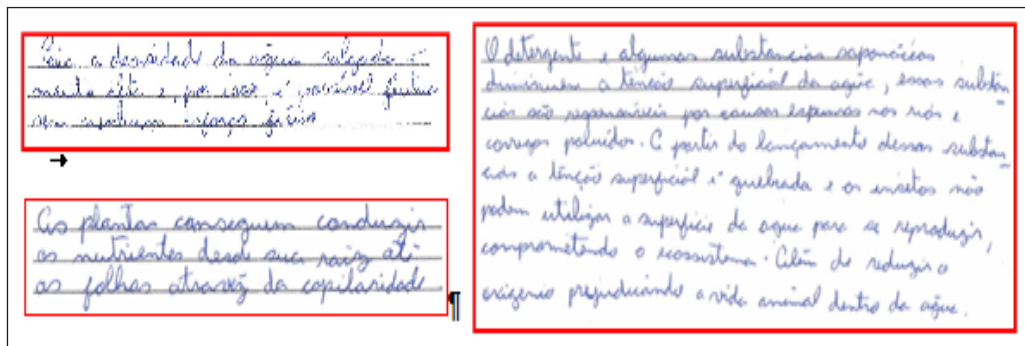
Figura 4 – Questões para a aplicação do conhecimento

	<p>1. Observe as figuras ao lado e responda:</p> <p>O Mar Morto está localizado no Oriente Médio, entre os territórios de Israel, Palestina e Jordânia, sendo alimentado, principalmente, pelo rio Jordão. Sua área é de 1020 km², com 82 km de extensão, 18 km de largura e uma profundidade máxima de 377 metros. Por que no Mar Morto às pessoas não afundam?</p> <p>Hoje algumas pessoas utilizam o sistema mostrado na figura (b) e criam verdadeiros pomares em áreas muito pequenas, como por exemplo, varandas e apartamentos. Observe o sistema e explique como uma planta consegue conduzir os nutrientes desde sua raiz até as folhas?</p>
	<p>2. O que acontece quando poluímos o ambiente aquático com detergentes e sabões?</p>

Fonte: elaboração das autoras.

Algumas respostas dadas foram destacadas e mostradas na Figura 5. Além disso, para uma melhor compreensão mostra-se também a transcrição das falas dos alunos.

Figura 5 – Algumas respostas dadas as questões formuladas no momento 3



Fonte: elaboração das autoras.

Transcrição 1: Pois a densidade da água salgada é muito alta e, por isso, é possível flutuar sem nenhum esforço físico (Aluno 1).

Transcrição 2: As plantas conseguem conduzir os nutrientes desde sua raiz até as folhas através da capilaridade (Aluno 2).

Transcrição 3: O detergente e algumas substâncias saponáceas diminuem a tensão superficial da água, essas substâncias são responsáveis por causar espumas nos rios e córregos poluídos. A partir do lançamento dessas substâncias a tensão superficial é quebrada e os insetos não podem utilizar a superfície da água para se reproduzir, comprometendo o ecossistema. Além de reduzir o oxigênio prejudicando a vida animal dentro da água (Aluno 3).

Pode-se observar que nas respostas destacadas houve coerência com o assunto estudado e com os ensaios realizados na aula experimental, mostrando que os alunos assimilaram o conteúdo ministrado e conseguiram aplicar o conhecimento em situações diferentes e relacionadas ao cotidiano.

Assim, devido os alunos pertencerem a uma Escola Normal e serem preparados para a docência no primeiro segmento do Ensino Fundamental, foi pedido

como tarefa a elaboração de um plano de aula, que é orientado na disciplina Práticas Pedagógicas e Iniciação à Pesquisa (PPIP), visando articular os saberes construídos em cada componente curricular (Química, Física, Biologia, entre outras) a própria disciplina PPIP e estabelecendo uma integração entre a prática e a teoria. Os planos de aula auxiliam na prática docente, pois contêm as decisões pedagógicas relacionadas a “o que ensinar?”, “como ensinar?” e “como avaliar o que ensinou?”.

Deste modo, o plano de aula deveria seguir as orientações da disciplina PPIP e ser dividido em nos seguintes tópicos: Conteúdo, Objetivos, Procedimentos (Métodos e Estratégias), Recursos didáticos, Avaliação, Tempo de aula e Referências. Ressalta-se que foi solicitado aos estudantes que os conteúdos de Química do Ensino Médio abordados na oficina deveriam ser transpostos para uma linguagem simples e apropriada aos seus futuros alunos nas aulas de Ciências do Ensino Fundamental I.

A maioria dos estudantes conseguiu identificar dentro dos conteúdos de Ciências do Ensino Fundamental I os conteúdos de Química trabalhados na oficina, e a partir daí, planejaram suas aulas, utilizando recursos didáticos como histórias em quadrinhos da Turma da Mônica, slides contendo fotos de geleiras; neblina; rios; crianças utilizando a água na higiene corporal; usina hidrelétrica etc. e experimentos. Deve-se ressaltar que praticamente todos os planos de aula contaram com experimentos e também que na escolha dos ensaios os estudantes tiveram a preocupação de escolher aqueles que sabiam a explicação científica e que ao mesmo tempo, pudessem despertar o interesse em seus futuros alunos. Dois experimentos descritos nos planos de aula chamaram atenção, o primeiro que abordou os conceitos de densidade, solubilidade e viscosidade utilizando diferentes substâncias tais como, o mel, a água e o óleo, e o segundo, que trabalhou o conceito de densidade utilizando um barquinho de papel feito com dobradura e peças de metal, discutindo a relação da massa e do volume com a flutuação de corpos. A roda de conversas também fez parte dos planejamentos, diversos planos de aula mostraram sua utilização durante a avaliação da aprendizagem.

Apesar de simples, os planos de aula elaborados foram coerentes com o nível de escolaridade a qual estes futuros professores irão ministrar Ciências.

Ao final da oficina, em uma roda de conversas houve uma discussão geral sobre a metodologia aplicada, percebendo-se que na opinião dos discentes os conteúdos abordados e os experimentos realizados irão contribuir em suas práticas docentes futuramente. Na análise dos planos de aula a professora regente percebeu o uso diminuto de propostas de utilização de vídeos e questionou os estudantes o motivo. Alguns alunos responderam que não citaram este recurso devido em algumas escolas ser difícil o acesso a equipamentos, dificultando assim o seu uso. Neste momento, ao serem indagados sobre o conhecimento de algum vídeo que poderia ser utilizado, uma aluna apontou o vídeo intitulado “Como a Água Vira Chuva”, que pertence à série “O Show da Luna!” que está disponível no *YouTube* e mostra as mudanças de estado físico da água, dizendo que ele poderia ser utilizado em sala de aula. O episódio tem 12 minutos de duração e é bastante adequado ao público infantil. Neste momento, diversas dúvidas foram sanadas e questionamentos sobre a atuação em uma sala de aula foram respondidos. Quanto à questão-problema inicial pôde-se perceber que os alunos compreenderam que para preservar a humanidade da escassez de água doce é necessário o conhecimento sobre o tema, de modo a evitar o seu desperdício e a contaminação das fontes, o que somente é possível com a conscientização da importância da água para a vida no planeta.

Considerações finais

O diagrama V elaborado teve grande utilidade para que ao longo do desenvolvimento da oficina temática fosse mantido o foco sobre seus principais objetivos, possibilitando reflexões e promovendo ajustes na maneira de conduzi-la.

A oficina “Água e a vida no Planeta” foi muito bem aceita pelos estudantes, havendo uma grande interação e entrosamento discente com os conteúdos trabalhados e com as ferramentas educacionais utilizadas, as quais se mostraram adequadas, interessantes e versáteis.

O videoclipe e o vídeo selecionados e utilizados ajudaram a fixar o conteúdo abordado e trouxeram para a sala de aula uma dinâmica diferente, contribuindo para a aquisição do conhecimento, do aumento do interesse em aprender e possibilitando questionamentos e discussões. As rodas de conversas permitiram a troca de informações e ampliaram a visão de cada estudante, os quais puderam expor seus conhecimentos sobre o assunto sem receio e ao mesmo tempo, sanaram dúvidas ainda existentes. Pôde-se observar que a roda de conversa é um instrumento metodológico importante na prática docente, pois permite a aproximação entre os sujeitos no cotidiano pedagógico e melhorando a relação professor-aluno-saber.

Os experimentos realizados proporcionaram uma reflexão acerca dos conhecimentos químicos, estimulando e favorecendo os alunos a buscarem uma maior compreensão dos conceitos e de como utilizá-los para ensinar Ciências no primeiro segmento do Ensino Fundamental.

Na avaliação da oficina, percebeu-se que os estudantes acharam importante discutir e aprofundar o tema “água” durante as aulas de Química, em um Curso de Formação de Professores, visto que esse tema será abordado nas aulas de Ciências do Ensino Fundamental. Houve também a percepção que os conteúdos abordados e os experimentos desenvolvidos nas oficinas temáticas irão futuramente contribuir para sua prática docente, abrindo-se um leque de opções para o uso de instrumentos pedagógicos, de modo a promover o ensino-aprendizagem.

Por fim, as oficinas temáticas apresentam-se como excelentes ferramentas para a construção do conhecimento, pois possibilitam a articulação de diversas áreas do saber e proporcionam a valorização da vivência do educando e a ampliação do seu olhar sobre o mundo, e por isso constituem-se como instrumentos essenciais para a formação docente.

Referências

A turma da Clarinha e o ciclo da Água. 1 vídeo (6:32 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=92MhOrYu0-Y>.

ARANTES, Guilherme. **Planeta Água**. 1 vídeo (5:55 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=NaABq8CdnVw> Acesso em: 6 set. 2021.

COSTA, Pedro Leverger; SANCHEZ, Evelyn Aparecida Mecenero. Experimentação investigativa e ilustrativa: um estudo sobre a efetividade no ensino de Geociências. **Terræ Didática**, Campinas, v. 12, n. 3, p. 220-230, 2016. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8647899> Acesso em: 14 set. 2021.

DELIZOICOV, Demetrio; ANGOTTI, José André. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1991.

El JAMAL, Nathasha Olbeid; CHACON, Eluzir Pedrazzi. O Teatro na apropriação do conhecimento sobre a Tabela Periódica. **Tecnologia & Cultura**, Rio de Janeiro, ano 21, v. 31, p. 28-34, jul./dez. 2018. Disponível em: <http://www.cefet-rj.br/attachments/article/195/revista32.pdf>. Acesso em: 6 set. 2021.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 10, p. 43-49, nov. 1999. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>. Acesso em: 6 set. 2021.

MELO, Marcia Cristina Hernares de; CRUZ, Gilmar de Carvalho. Roda de conversa: uma proposta metodológica para a construção de um espaço de diálogo no Ensino Médio. **Imagens da Educação**, Maringá, v. 4, n. 2, p. 31-39, maio 2014. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/view/22222>. Acesso em: 1 set. 2021.

MONTEIRO, Ana Maria. **Professores de História: entre saberes e práticas**. Rio de Janeiro: Mauad X, 2007.

MORÁN, José Manuel O vídeo na sala de aula. **Comunicação e Educação**, São Paulo, n. 2, p. 27-35, jan./abr. 1995. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/comueduc/article/view/36131> Acesso em: 14 set. 2021.

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem significativa subversiva. **Série-Estudos – Periódico do Mestrado em Educação da UCDB**, Campo Grande, n. 21, p. 15-32, jan./jun. 2006. Disponível em: <https://www.serie-estudos.ucdb.br/serie-estudos/article/view/330/292>. Acesso em: 6 set. 2021.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora da Física, 2011.

OTERO, Maria Rita. Aprendizagem significativa e a formação de professores. **Série-Estudos – Periódico do Mestrado em Educação da UCDB**, Campo Grande, n. 21, p. 107-115, jan./jun. 2006. Disponível em: <https://www.serie-estudos.ucdb.br/serie-estudos/article/view/330/292>. Acesso em: 6 set. 2021.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Editora Feevale, 2013.

RAMOS, Rebeca Oliveira dos Santos; CHACON, Eluzir Pedrazzi. Química no cinema – uma oficina temática usando o vídeo processo como ferramenta para a aprendizagem. **Tecnologia & Cultura**, Rio de Janeiro, v. 34, p. 92-100, 2019. Disponível em: [http://www.cefet-rj.br/attachments/article/195/revista34\(1\).pdf](http://www.cefet-rj.br/attachments/article/195/revista34(1).pdf). Acesso em: 1 set. 2021.

SANTOS, Marcos André F. de Araujo *et al.* Oficina temática, experimentação e cor-deis na formação de professores. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 15, n. 1, p. 109-121, 2020. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID681/v15_n1_a2020.pdf. Acesso em: 1 set. 2021.

SILVA, Giovanna Stefanelo *et al.* Oficina temática: uma proposta metodológica para o ensino do modelo atômico de Bohr. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n. 2, p. 481-495, abr./jun. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/gJsCwzN8yCbWvhrJpKSHMKg/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 6 set. 2021.

TAHA, Marli Spath *et al.* Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 11, n. 1, p. 138-154, 2016. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID305/v11_n1_a2016.pdf. Acesso em: 14 set. 2021.

Capítulo 7

Mapas conceituais e colaboração: articulações teórico-práticas no Ensino de Ciências

Joana Guilares de Aguiar
Raíssa dos Santos Ballego
Paulo Rogério Miranda Correia

Introdução

A aprendizagem colaborativa é altamente desejável no ambiente de ensino, uma vez que estimula o pensamento crítico, a negociação de significados, a resolução de problemas e a argumentação (Oxford, 1997). No Ensino de Ciências da Natureza, o desenvolvimento de tais habilidades e competências são fundamentais se quisermos garantir a formação de cidadãos críticos e cientificamente alfabetizados, capazes de participar de forma ativa e responsável na sociedade (Sasseron; Carvalho, 2011).

Considerando um modelo pedagógico relacional com pressupostos epistemológicos construtivistas (Becker, 1994), a colaboração pode ser entendida como uma construção social do conhecimento, resultante da interação entre indivíduos que atuam em um sistema de interdependência para realizar uma tarefa proposta. Neste cenário, o professor tem a responsabilidade de criar situações de aprendizagem e atuar como mediador do processo em que o engajamento dos alunos favorece a construção do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades sociais e cognitivas (Santos, 2013).

Uma das formas de potencializar a colaboração no ambiente escolar é o uso dos Mapas Conceituais (MCs), um organizador gráfico de representação do conhecimento (Novak, 2010), reportados na literatura nacional e internacional como uma estratégia valiosa de ensino, aprendizagem, avaliação na Educação e no Ensino de Ciências. Ainda que os MCs sejam utilizados com certa frequência para fins educacionais, as revisões da literatura sobre o assunto apontam poucos estudos envolvendo a aprendizagem colaborativa mediada por MCs.

Os MCs são organizadores gráficos que tornam explícita a relação entre pares de conceitos por meio de proposições. Por exemplo, ao unir os conceitos “moléculas de água” e “ligação de hidrogênio”, seria possível usar o termo de ligação “fazem, entre si”. Com isso, teríamos a proposição: Moléculas de água – fazem entre si → ligação de hidrogênio. Um aluno que está começando a aprender sobre o assunto poderia estabelecer uma relação incorreta (por exemplo, Moléculas de água – tem → ligação de hidrogênio), revelando uma lacuna conceitual. Nos MCs, os conceitos são imersos em uma rede proposicional que permite processar informações usando texto, isto é, conteúdo semântico, em uma organização visuoespacial (Novak, 2010). Normalmente, os conceitos são hierarquicamente organizados e a rede proposicional responde a uma pergunta focal (Cañas; Novak, 2006; Aguiar; Correia, 2013). Veja exemplos de MCs na seção três.

Na década de 70 e, pautado na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (2000), Novak e colaboradores desenvolveram os MCs como uma ferramenta capaz de tornar visível o conhecimento dos alunos sobre Ciências/Biologia e, principalmente, identificar a ocorrência da aprendizagem pela modificação das estruturas de conhecimento desses alunos ao longo do tempo (Novak; Musonda, 1991). A partir deste momento, surgiram pesquisas voltadas ao uso dos MCs com os mais diversos propósitos.

Ao longo das cinco últimas décadas, os MCs vem sendo reportados na literatura como uma estratégia capaz de:

- Auxiliar os alunos a aprenderem a aprender (Novak, 1984).

- Ajudar os alunos a se engajarem em uma aprendizagem ativa (Blunt; Karpicke, 2014).
- Promover a aprendizagem colaborativa (Torres; Marriott, 2010).
- Avaliar o conhecimento conceitual dos alunos (Shavelson; Ruiz-Primo; Wiley, 2005).
- Elucidar a estrutura de um texto, melhorando a capacidade de compreensão de leitura (Redford *et al.*, 2012).
- Desenvolver e estimular a autonomia de alunos com necessidades especiais (Soares; Lima, 2017).
- Organizar conteúdos científicos na forma de hipertextos promovendo a aquisição de conhecimento (Aguiar; Correia, 2016).

A maioria dos estudos envolve tarefas em que os alunos elaboram individualmente os MC em que seu uso leva a um aumento do ganho de conhecimento quando comparado a outras formas de instrução. Quando utilizados como metodologia de ensino, os MCs se mostram uma estratégia que coloca o aluno como um sujeito ativo do seu próprio processo de aprendizagem, uma vez que não é possível explicitar graficamente os esquemas e representações mentais sem que haja conscientização sobre o seu próprio conhecimento e, conseqüentemente, de suas lacunas conceituais. Conforme salienta Anastasiou e Alves (2007, p. 90-91),

[...] Ao se confrontarem os mapas construídos individualmente e/ou em grupos, os estudantes percebem que as conexões podem se diferenciar, o que não acarreta prejuízo, e sim amplia o quadro perceptivo do grupo. Possibilita mobilização contínua, uma vez que o estudante tem que retomar e complementar o quadro durante toda a caminhada; possibilita a construção de conhecimento, que vai se ampliando à medida que as conexões se processam, e permite a elaboração da síntese numa visão de totalidade. O movimento de ruptura e continuidade é intenso nessa estratégia.

Já Cañas, Reiska e Möllits (2017) vão além e afirmam que a construção dos MCs promove o desenvolvimento de habilidades de alta ordem cognitiva, tais como pensamento crítico, metacognição, síntese, análise e criação. Não há dúvidas de que os MCs são boas ferramentas de cunho pedagógico. Entretanto, faltam estudos e diretrizes mais claras para orientar professores em como utilizá-los em sala de aula em atividades colaborativas. Em Nesbit e Adesope (2006), de 40 estudos analisados, apenas oito consideram o uso de MCs para fins de colaboração. Inspirados por estes resultados, Stevenson, Hartmeyer e Bentsen (2017), mostraram que de 17 estudos sobre os benefícios dos MCs no Ensino de Ciências em nível básico, apenas dois deles envolveram estratégias de colaboração (Gijlers; de Jong, 2013; Hwang; Shi; Chu, 2011).

Diante do exposto, o objetivo geral deste capítulo é apresentar pressupostos teóricos e metodológicos da colaboração suportada por MCs e alguns possíveis desdobramentos práticos para a promoção da educação científica. O capítulo está organizado em duas seções principais. A primeira (*Pressupostos Teóricos*) apresenta uma breve fundamentação teórica sobre a colaboração, a cooperação e descreve a nossa proposta para um modelo teórico útil para utilização dos MCs como mediadores da construção colaborativa do conhecimento. A outra (*Desdobramentos Práticos*) apresenta aplicações práticas dos MCs na colaboração considerando diferentes propósitos educacionais, tais como ensino, aprendizagem e avaliação.

Pressupostos Teóricos

Cooperação e Colaboração

Muitos autores buscam descrever e diferenciar os termos cooperar e colaborar, tanto na literatura internacional (O'Donnel; Dansereau, 1992; De Lisi; Goldbeck, 1999; Fischer; Mandl, 2003; Kobbe *et al.*, 2007) como nacional (Cogo,

2006; Bacury; Ferreira, 2019). Ainda assim, não há consenso que caracteriza com clareza as diferenças do envolvimento entre os participantes. Para Dillenbourg (1999), o termo colaboração é aplicado de uma maneira vaga, não revelando fielmente o processo. Além disso, ele critica o uso do termo na educação devido ao seu modismo.

Dillenbourg (1999) define a cooperação como um processo onde os membros do grupo dividem a tarefa em tarefas menores. Cada membro do grupo é responsável por uma única tarefa menor. Ao final, as parcelas individuais são condensadas em um único produto. Por outro lado, a colaboração não envolve a subdivisão de tarefas, mas sim a participação na tarefa como um todo, buscando um mesmo e único objetivo. Fazendo uma analogia com o esporte, a cooperação seria uma corrida em grupo no *triathlon*, onde cada atleta tem a sua função e o objetivo de ser o melhor na sua especialidade. Já a colaboração seria um time de vôlei, em que os jogadores rodam pela quadra ocupando funções diferentes e a vitória não recai sobre uma pessoa, mas sobre todo o time que compartilha da mesma estratégia.

No âmbito educacional, alguns teóricos da psicologia do desenvolvimento e da aprendizagem destacam a importância da interação social para aquisição de conhecimento cognitivo. Por exemplo, para Piaget (1976), o conhecimento é uma construção contínua, como resultado do produto da interação indissociada entre sujeito e objeto (meio social). Já para Vigotski (1987), a aprendizagem desperta processos internos de desenvolvimento cognitivo apenas quando o indivíduo interage com outras pessoas e com o meio cultural, mediado pela linguagem e por artefatos concretos.

Vigotski (1987) enfatizou a importância da troca social durante a aprendizagem, especialmente com alunos que estão, relativamente, na mesma Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Ou seja, alunos que estão no mesmo nível de desenvolvimento cognitivo em um determinado tópico irão ter melhores resultados de aprendizagem uns com os outros se eles se engajarem na troca ativa de ideias. Em uma perspectiva mais ampla, o papel da educação e da escola é

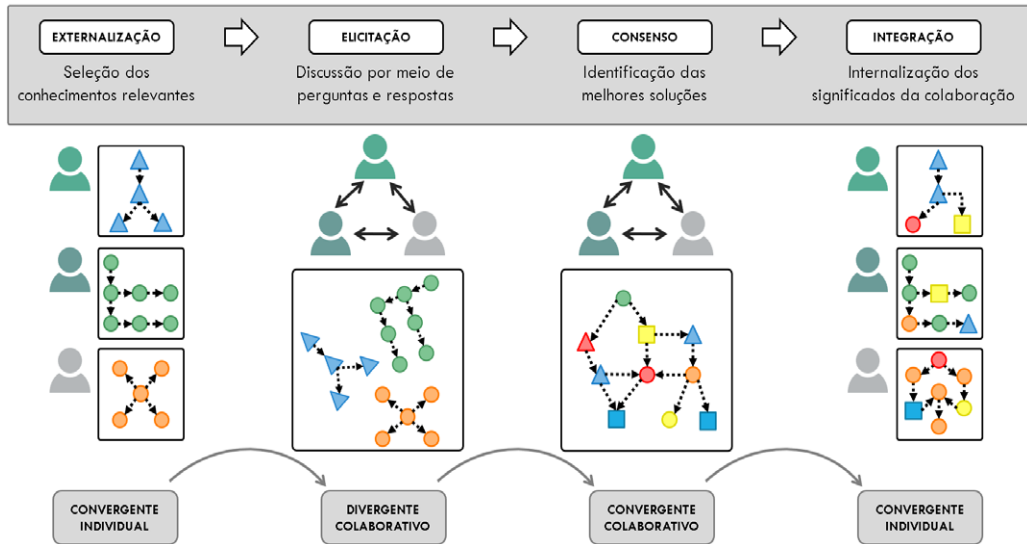
reestruturar de modo fundamental as funções de pensamento, adotando-se como principal método de ensino o trabalho em grupo, em que o professor atua como mediador da construção deste conhecimento. Outros teóricos como Novak, em sua Teoria da Educação e Gowin com seu modelo de ensino-aprendizagem (Moreira, 1999), incluem em seus discursos essencialmente construtivistas a importância da troca de significados entre alunos e aluno-professor durante a aquisição de conhecimento relevante e potencialmente significativo.

Um Modelo para Construção Colaborativa do Conhecimento Mediada por MCs

Diferentes modelos explicam o processo de colaboração em sala de aula. Neste capítulo será apresentado o modelo descrito por Fischer *et al.* (2002), que apresenta a construção colaborativa do conhecimento mediado por ferramentas de visualização do conteúdo. Neste contexto, alguns estudos apontam melhores resultados de aprendizagem quando essa ferramenta são os MCs (Roth; Roychoudhury, 1993; van Boxtel; van der Linden; Kanselaar, 1997; Correia; Cicuto; Aguiar, 2014).

Para Fischer *et al.* (2002), o processo colaborativo envolve três etapas: (I) a externalização do conhecimento, (II) a elicitación de conhecimento e (III) a construção de consenso, que pode ser orientado à integração ou ao conflito. A este modelo incorporamos ainda a etapa referente ao processo de integração (IV) conforme descrito em Cress e Kimmerle (2008). A Figura 1 representa um esquema destas etapas.

Figura 1 – Processo de construção colaborativa do conhecimento em quatro etapas



Fonte: baseada em Fischer *et al.* (2002) e adaptada de Ballego (2020).

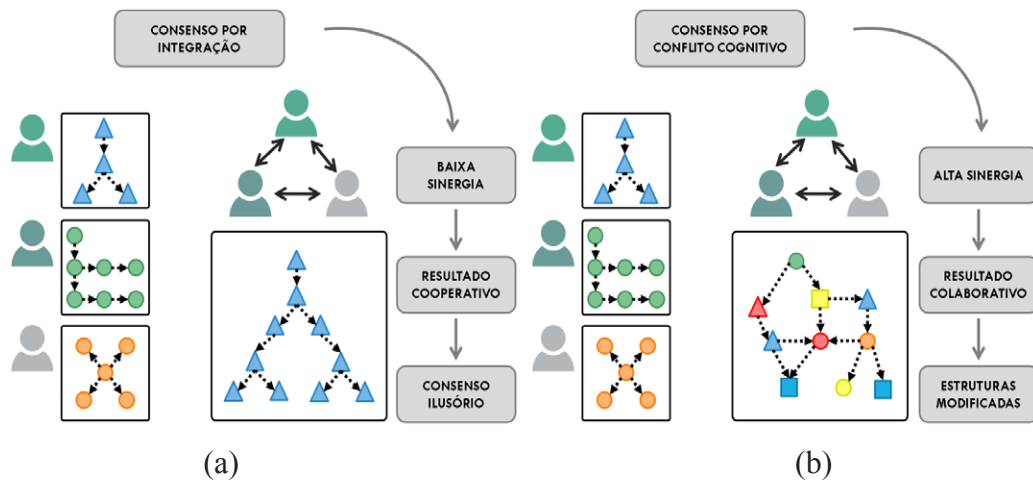
O primeiro passo do processo colaborativo é a externalização, ou seja, a seleção individual dos conhecimentos necessários para lidar com a tarefa, por meio do pensamento convergente individual. Segundo Brown *et al.* (1989, p. 33), “a troca de diferentes perspectivas individuais é um bom ponto de partida para a negociação do significado em comum do discurso”. O uso dos MCs permite que os participantes visualizem suas estruturas de conhecimento, bem como as lacunas e dificuldades para lidar com a tarefa.

A segunda etapa da colaboração é o processo de elicitação, quando os participantes se engajam em uma discussão baseada no pensamento divergente, em que diferentes pontos de vista são apontados e negociados. Para Teasley (1997), é neste momento que os alunos participam fazendo declarações, solicitando ou fornecendo explicações, dando sugestões, concordando ou discordando de seus parceiros de modo a expressar seus conhecimentos ou esclarecer pontos de vista. Os MCs têm sido amplamente utilizados na elicitação de conhecimento implícito e especializado (Hoffman; Lintern, 2006).

A penúltima etapa da colaboração é a construção de consenso. Para alcançar uma solução comum para a tarefa, os participantes precisam negociar conceitos e significados (Weinberger; Stegmann; Fischer, 2007), sendo esta etapa essencial para alcançar um resultado de alta sinergia, por meio do pensamento convergente colaborativo. A busca por consenso pode se desenrolar de duas formas, dependendo da sinergia estabelecida entre os participantes (Figura 2). O consenso orientado por conflito ocorre quando os participantes fazem uso de diferentes interpretações (ou seja, conflitos cognitivos) para estimular suas compreensões sobre o tema. O produto deste consenso é mais do que a soma das partes das visões individuais dos participantes do grupo, revelando um alto grau de sinergia entre os integrantes e a modificação nas suas estruturas de conhecimento (Figura 2a). Por outro lado, o consenso orientado por integração ocorre quando os participantes integram suas perspectivas individuais em uma interpretação comum (Hatano; Inagaki, 1991). Neste caso, o produto usualmente é a representação majoritária da perspectiva de um único integrante, que apresenta um discurso dominante e convincente perante o grupo (líder), indicando um baixo grau de sinergia entre seus integrantes e um consenso ilusório (Figura 2b). Quando o professor demanda a elaboração de um MC que representa a visão em comum do grupo a partir de seus MCs individuais, isto pode favorecer a colaboração por conflito uma vez que deve haver negociação de significados para decidir quais conceitos e proposições devem permanecer no MC final.

Por fim, a última etapa do processo de construção de conhecimento ocorre quando o produto da colaboração é internalizado individualmente pelos alunos. Neste momento, por meio da assimilação, o aluno individualmente e internamente aproxima as novas informações provenientes das discussões em grupo à sua estrutura cognitiva prévia de modo a construir novas relações ou reconstruir as antigas (Cress; Kimmerle, 2008).

Figura 2 – Representação dos tipos de consenso por (a) Integração e (b) Conflito



Fonte: elaboração dos autores.

Desdobramentos Práticos

Baseados em resultados empíricos reportados na literatura, esta seção traz dois desdobramentos práticos do uso dos MCs para promover a colaboração no Ensino de Ciências no processo de aprendizagem e avaliação.

MCs Colaborativos sobre Temas Controversos

Uma das possibilidades de aplicação dos MCs em sala de aula é a sua elaboração pelo professor, que estando treinado na técnica, poderá representar o conhecimento de modo sucinto e explicativo. Este mapa pode ser levado à sala de aula como forma de potencializar discussões em torno de temas controversos, conforme descrito em Aguiar (2020). Nesta, o professor de Química elaborou dois MCs para representar as visões polêmicas sobre a existência do Aquecimento Global (AG) e suas consequências para ocorrência das mudanças climáticas.

O mapa “a favor” (Figura 3a) da existência do AG foi elaborado com base nas informações das páginas 7 a 27 do relatório de síntese do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2018). Já o mapa “contra” (Figura 3b) a existência do AG foi elaborado com base em quatro vídeos do climatologista e professor Luiz Carlos Molion (Molion, 2002).

Figura 3 (a) – MCs elaborados pelo professor como forma de representar visões sobre a existência do Aquecimento Global em uma perspectiva: “A favor”

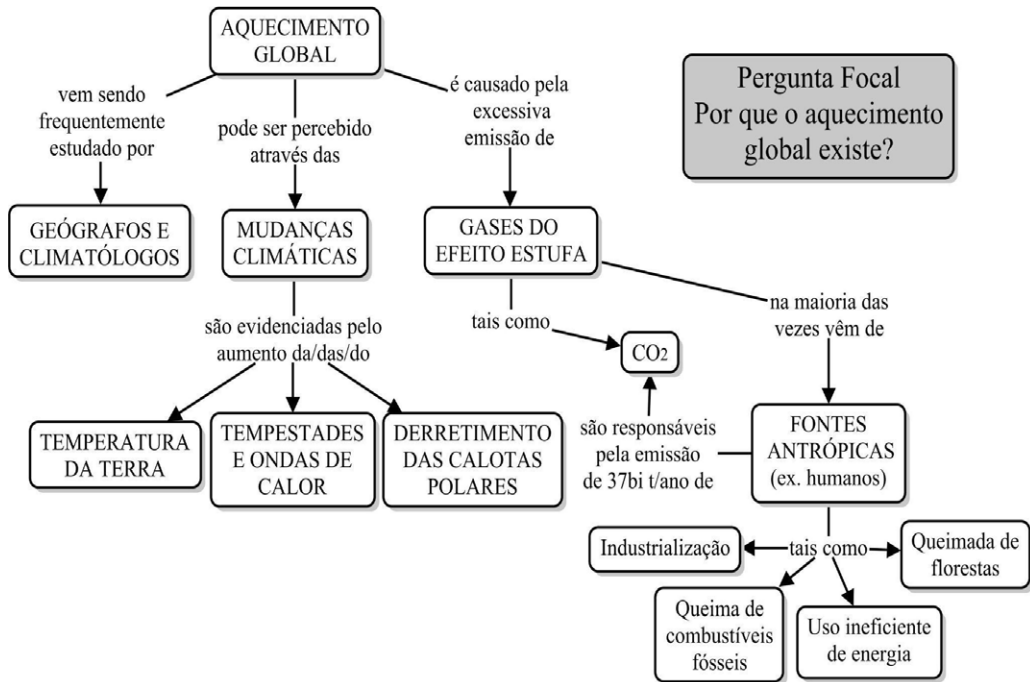
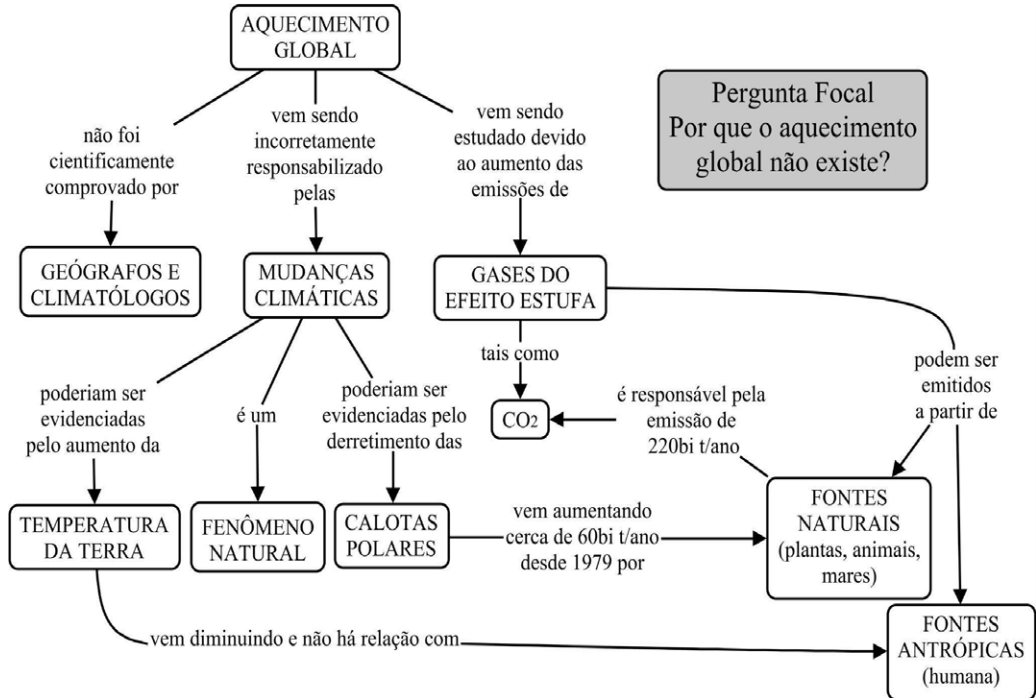


Figura 3 (b) – MCs elaborados pelo professor como forma de representar visões sobre a existência do Aquecimento Global em uma perspectiva: “Contra”

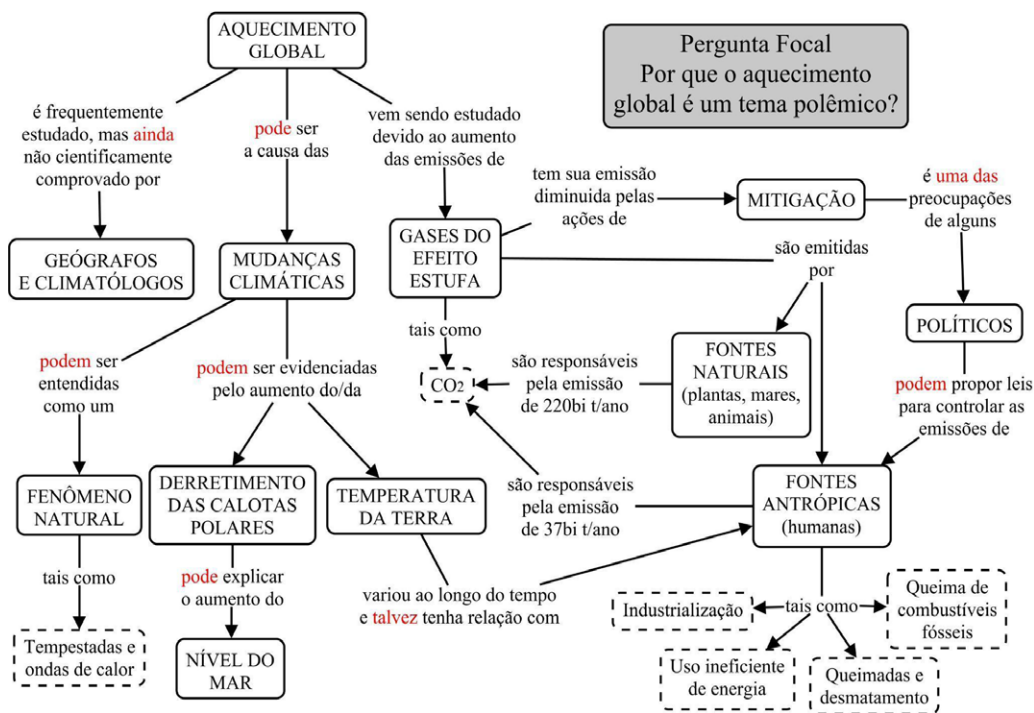


Fonte: traduzidas de Aguiar (2020).

Durante uma aula (100 minutos), os alunos foram divididos no grupo “a favor” do AG, os quais estudaram os dados e a página 27 do material do IPCC e no grupo “contra”, que estudaram o conteúdo dos vídeos do climatologista. Nos primeiros 30 minutos de aula, os alunos tiveram que estudar o material e realizar um registro escrito dos principais pontos abordados, iniciando assim o processo de externalização do conhecimento. Em seguida, os alunos formaram duplas, a partir da união de um integrante de cada grupo. De posse dos dados e dos MCs produzidos pelo professor, as duplas tinham como tarefa elaborar, em 40 minutos, um mapa colaborativo a partir da elicitación do conhecimento, o qual representasse seus consensos em torno do tema.

Sete duplas representaram a visão “a favor” do AG em seus MCs colaborativos. Uma dupla decidiu representar predominantemente a visão “contra”. Houve apenas um grupo que decidiu mostrar uma visão mais imparcial, produzindo um mapa que responde à pergunta focal: “Por que o Aquecimento Global é um tema polêmico?” (Figura 4).

Figura 4 – Mapa Conceitual colaborativo elaborado a partir do consenso de uma dupla de alunos, o qual representa a visão polêmica sobre a existência do Aquecimento Global



Fonte: traduzida de Aguiar (2020).

Este mapa é uma união daqueles fornecidos pelo professor, pois contém todos os conceitos em comum entre si (p. ex., fontes antrópicas, aquecimento global, CO₂, temperatura da terra) e alguns conceitos pertencentes apenas do mapa “a favor” (p. ex., industrialização, queima de combustível fóssil, tempestades e ondas de aquecimento) ou do mapa “contra” (p. ex., fenômeno natural, fontes na-

turais). A dupla adicionou novos conceitos surgidos de seu debate (p. ex., aumento do nível do mar, mitigação) e exemplos destacados nas linhas tracejadas. Vale ressaltar que os termos de ligação escolhidos para conectar os conceitos revelam a incerteza sobre o tema, como “ainda”, “talvez”, “pode explicar”, “podem ser”. Todos estes resultados evidenciam um consenso por conflito, com um produto que reflete alto nível de entendimento sobre o tema e melhorias na argumentação.

Na última meia hora de aula, o professor escolheu algumas das proposições dos mapas para iniciar um debate sobre o negacionismo científico e as evidências que já existem em torno do problema climático. De vez em quando, os alunos voltavam ao material didático para apoiar seus argumentos. Por exemplo, um aluno disse, “*se o AG não existe, como é possível que o planeta inteiro esteja 1,5 °C maior do que há 50 anos, conforme declarado na página 22 do relatório do IPCC?*”. Outro estudante levantou a questão “*Se os climatologistas ainda não provaram a existência do AG, por que os países dão tanta importância a ele?*”. Para responder, um colega disse: “*Talvez, a dinâmica da Terra seja tão complexa que é quase impossível controlar as variáveis e provar que o AG exista*”. Por fim, um aluno chama a atenção para os fatos: “*É um fato que os humanos são responsáveis pelas emissões de CO₂, então devemos fazer algo para diminuir isso ao longo dos anos. Apesar da polêmica, se não fizermos nada agora, será tarde demais*”. A internalização desses alunos também foi observada por meio das suas falas durante a interação com a professora após a atividade.

Colaborando com MCs durante a Avaliação

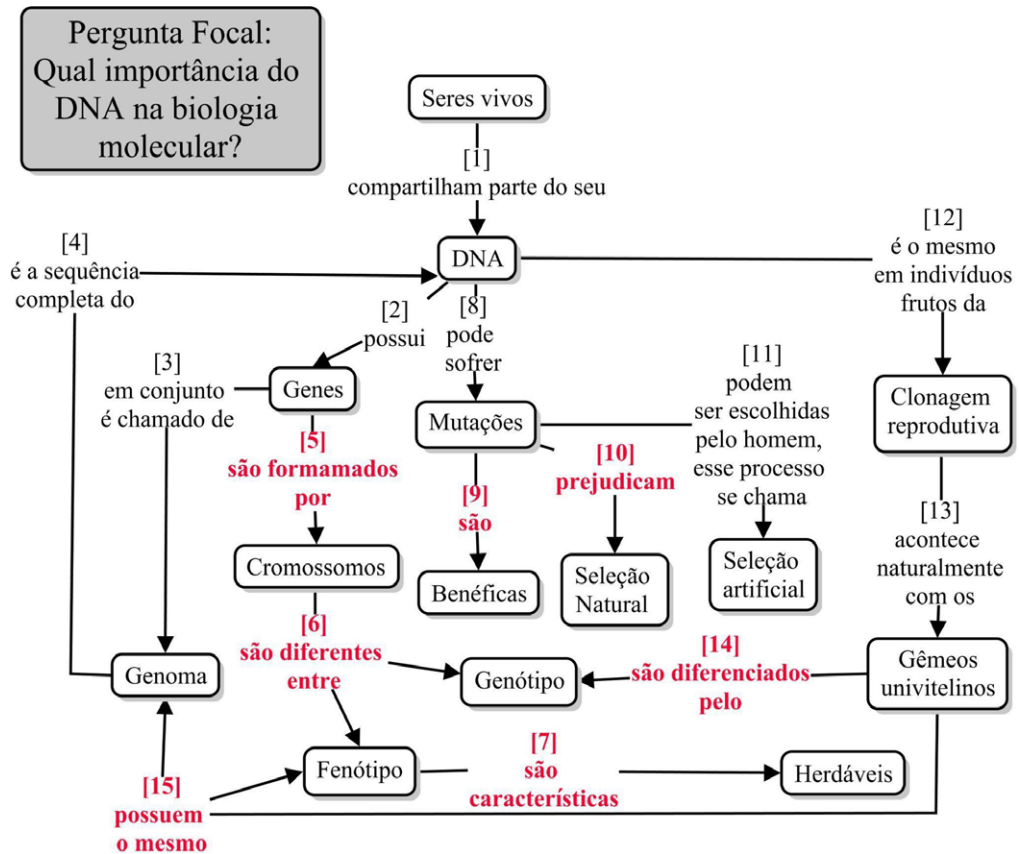
Uma aplicação muito comum dos MCs é como instrumento de avaliação. Usualmente, o professor solicita que os alunos os elaborem, corrigindo-os qualitativamente e quantitativamente com base na pertinência, validade e correção dos conceitos e proposições (Ruiz-Primo; Shavelson, 1996). Uma forma inovadora vem sendo relatada na literatura: o MC com erros (Correia; Ballego; Nascimento, 2020; Correia; Aguiar; Moon, 2020; Correia *et al.*, 2020). Neste, o professor cria

um MC representativo do conteúdo a ser avaliado e insere, intencionalmente, erros para que os alunos possam identificá-los e justificá-los (veja um exemplo na Figura 5, onde as incorretas estão destacadas em vermelho). Os erros podem ser a partir de uma relação conceitual incorreta entre dois conceitos (Proposição 9), ou entre uma tríade de conceitos (Proposição 6), ou ainda devido a uma inversão de seta (Proposição 5).

Na pesquisa de Ballego (2020), a estratégia avaliativa usando MCs com erros foi associada à aprendizagem colaborativa. Nesta, 31 alunos de graduação realizaram a tarefa de encontrar e justificar os erros presentes no MC sobre Biologia Molecular em grupos de 4 e 5 alunos. Já outros 56 alunos da turma fizeram esta tarefa individualmente. Em seguida, todos os alunos receberam o gabarito, devendo discutir em grupo os seus desempenhos de modo a compreender e justificar o porquê de seus acertos e falhas.

O resultado mostrou que os alunos que realizaram inicialmente a tarefa em grupo encontraram mais facilmente os erros e se sentiram mais dispostos a colaborar novamente na fase de discussão. Pelos relatos dos alunos e pelo desempenho dos grupos obtidos na tarefa avaliativa, ficou claro que o MC com erros se mostrou uma ferramenta adequada para guiar os processos de externalização e elicitación, mantendo os alunos no foco durante o processo. O consenso via conflito foi estimulado, verificado pelos relatos na fase de discussão de que “o grupo” (e não um aluno em específico) havia chegado a uma conclusão errada. Já a integração desses consensos foi verificada em uma atividade pós-teste realizada ao término da atividade com MCs.

Figura 5 – Mapa Conceitual com erros sobre biologia molecular. Os erros inseridos estão destacados de vermelho no mapa



Fonte: adaptada de Ballego (2020).

Considerações finais

Não é novidade que os MCs podem ser usados para potencializar a aprendizagem significativa de conceitos científicos. Entretanto, os estudos mais prevalentes ainda colocam o aluno como um mapeador do seu conhecimento individual. Sendo a colaboração uma forma eficiente de promover o raciocínio, a comuni-

cação, argumentação, persuasão e crítica (Wertsch, 1985), é possível conceber os MCs como mediadores do desenvolvimento de tais habilidades sociocognitivas no contexto escolar.

A partir de elementos da literatura, propomos um modelo teórico para construção colaborativa do conhecimento mediada pelos MCs, os quais se mostram capazes de permitir a externalização de conhecimentos prévios, potencializar a elicitación entre pares, promover a negociação de conceitos e significados durante o consenso e, por fim, apoiar a internalização e apropriação dos novos conhecimentos a serem ancorados nas estruturas cognitivas do sujeito. Neste capítulo, procuramos apresentar as bases deste modelo bem como seus benefícios práticos para o ensino, a aprendizagem e a avaliação no Ensino de Ciências da Natureza.

Vale ressaltar que os autores não pretendem esgotar este assunto com o texto proposto, mas sim atualizar seus leitores sobre o que há de mais recente na literatura no que tange o mapeamento conceitual e a colaboração no Ensino de Ciências, fomentando assim novas pesquisas que agreguem outras teorias, metodologias e experiências. Sugerimos que estudos futuros explorem a utilidade do modelo proposto em diferentes segmentos desde o Ensino Fundamental II, Médio e Universitário e sua eficiência em outras modalidades como o ambiente de ensino remoto e outros propósitos, tais como a formação de professores, a construção da argumentação, a inovação curricular e a interdisciplinaridade.

Referências

AGUIAR, Joana G. A concept mapping collaborative task to debate a controversial topic in a science class. *In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 5., 2020, Vigo. **Anais [...]**. Vigo: Universidade de Vigo, 2020.

AGUIAR, Joana G.; CORREIA, Paulo Rogério M. Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 141-157, maio/ago. 2013.

AGUIAR, Joana G.; CORREIA, Paulo Rogério M. Using concept maps as instructional materials to foster the understanding of the atomic model and matter-energy interaction. **Chemistry Education Research & Practice**, London, v. 17, n. 4, p. 756-765, May 2016.

ANASTASIOU, Léa G. C.; ALVES, Leonir P. **Processos de ensinagem na universidade**: pressupostos para as estratégias de trabalho em aula. Joinville: UNIVILLE, 2007.

AUSUBEL, David Paul. **The acquisition and retention of knowledge**: a cognitive view. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

BACURY, Gerson R.; FERREIRA, Maria S. Colaborar ou cooperar? Diz espelho meu! **Revista Educação em Questão**, Natal, v. 57, n. 53, p. 1-25, jul./set. 2009.

BALLEGO, Raíssa. **Desenvolvimento de uma atividade com mapas conceituais com erros para promover a aprendizagem colaborativa**. 2020. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

BECKER, Fernando. Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos. **Educação e Realidade**, Porto Alegre, v. 19, n. 1, p. 89-96, jan./jun. 1994.

BLUNT, Janell R.; KARPICKE, Jeffrey D. Learning with retrieval-based concept mapping. **Journal of Educational Psychology**, Washington, v. 106, n. 3, p. 849-858, Aug. 2014.

BROWN, John S.; COLLINS, Allan; DUGUID, Paul. Situated cognition and the culture of learning. **Educational Researcher**, Washington, v. 18, n. 1, p. 32-42, Jan. 1989.

CAÑAS, Alberto J.; NOVAK, Joseph D. Re-examining the foundations for effective use of concept maps. *In*: Second INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCEPT MAPPING, 2., 2006, San Jose, Costa Rica. **Proceedings** [...]. Costa Rica: Universidad de Costa Rica, 2006. v. 1, p. 494-502.

CAÑAS, Alberto J.; REISKA, Priit; MÖLLITS, Aet. Developing higher-order thinking skills with concept mapping: A case of pedagogic frailty. **Knowledge Management & E-Learning**, Pok Fu Lam, v. 9, n. 3, p. 348-365, Sept. 2017.

COGO, Ana Luisa P. Cooperação versus colaboração: conceitos para o ensino de enfermagem em ambiente virtual. **Revista Brasileira de Enfermagem**, Brasília, v. 59, n. 5, p. 680-683, out. 2006.

CORREIA, Paulo Rogério M.; CICUTO, Camila A. T.; AGUIAR, Joana G. Using novakian concept maps to foster peer collaboration in higher education. *In: IFENTHALER, D.; HANEWALD, R. (org.). Digital knowledge maps in education.* Nova Iorque: Springer, 2014. p. 195-217.

CORREIA, Paulo Rogério M.; AGUIAR, Joana G.; MOON, Brian. Using concept maps with errors to identify misconceptions: the role of instructional design to create large-scale on-line solutions. *In: ETKIND, Masha; SHAFRIR, Uri (ed.). Pedagogy for conceptual thinking and meaning equivalence: emerging research and opportunities.* Pensilvânia: IGI Global, 2020. p. 117-134.

CORREIA, Paulo Rogério M.; BALLEGO, Raíssa S.; NASCIMENTO, Thalita S. Os professores podem fazer mapas conceituais? Sim, eles devem! **Revista de Graduação da USP**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 29-29, jul. 2020.

CORREIA, Paulo Rogério M. *et al.* Como fazer avaliação diagnóstica dos alunos usando mapas conceituais com erros. **Revista Brasileira de Comunicação Organizacional e Relações Públicas**, São Paulo, v. 17, n. 32, p. 118-130, jan./abr. 2020.

CRESS, Ulrike; KIMMERLE, Joachim. A systemic and cognitive view on collaborative knowledge building with wikis. **International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning**, Berlin, v. 3, n. 2, p. 105-122, 2008.

De LISI, Richard; GOLDBECK, Susan L. Implication of piagetian theory for peer learning. *In: O'DONNELL, Angela M.; KING, Alison (ed.). Cognitive Perspectives on Peer Learning.* Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1999. p. 3-37.

DILLENBOURG, Pierre. What do you mean by collaborative learning? *In: DILLENBOURG, P. (ed.). Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches.* Oxford: Elsevier, 1999. p. 1-19.

FISCHER, Frank; MANDL, Heinz. Being there or being where? Videoconferencing and cooperative learning. *In: Van OOSTENDORP, Herre (ed.). Cognition in a Digital World.* Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 2003. p. 205-223.

FISCHER, Frank *et al.* Fostering collaborative knowledge construction with visualization tools. **Learning and Instruction**, Amsterdam, v. 12, n. 2, p. 213-232, Apr. 2002.

GIJLERS, Hannie; de JONG, Ton. Using concept maps to facilitate collaborative simulation-based inquiry learning. **Journal of the Learning Sciences**, New York, v. 22, n. 3, p. 340-374, July/Sept. 2003.

HATANO, Giyoo; INAGAKI, Kayoko. Sharing cognition through collective comprehension activity. *In*: RESNICK, Lauren B.; LEVINE, John M.; TEASLEY, Stephanie D. (ed.). **Perspectives on socially shared cognition**. Washington: American Psychological Association, 1991. p. 331-348.

HOFFMAN, Robert R.; LINTERN, Gavan. Eliciting and representing the knowledge of experts. *In*: ERICSSON, K. Anders *et al.* (ed.). **Cambridge handbook of expertise and expert performance**. Nova Iorque: Cambridge University Press, 2006. p. 203-222.

HWANG, Gwo-Jen; SHI, Yen-Ru; CHU, Hui-Chun. A concept map approach to developing collaborative Mindtools for context-aware ubiquitous learning. **British Journal of Educational Technology**, Hoboken, v. 42, p. 5, p. 778-789, Aug. 2011.

IPCC. Relatório do Painel intergovernamental sobre mudanças climáticas. **Sumário para Formuladores de Políticas Públicas**. Tradução do Governo do Brasil e aprovada pela Comunidade dos Países de Língua Portuguesa (CPLP). Brasília: MCTIC, 2019.

KOBBE, Lars *et al.* Specifying computer-supported collaboration scripts. **International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning**, Berlin, v. 2, n. 2/3, p. 211-224, Sept. 2007.

MOLION, Luiz Carlos. Aquecimento Global (Parte 1) Youtube, 2002. *In*: TV BRASIL, 3a1. 1 vídeo (9min46). Disponível em: <https://bit.ly/2xKsV5S> Acesso em: 04 dez. 2022.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

NESBIT, John C.; ADESOPE, Olusola O. Learning with concept and knowledge maps: a meta-analysis. **Review of Educational Research**, Washington, v. 76, n. 3, p. 413-448, 2006.

NOVAK, Joseph D. Application of advances in learning theory and the philosophy of science to the improvement of chemistry teaching. **Journal of Chemical Education**, Washington, v. 61, n. 7, p. 607-612, July 1984.

NOVAK, Joseph D. **Learning creating and using knowledge**: concept maps as facilitative tools in schools and corporations. 2. ed. New York: Routledge, 2010.

NOVAK, Joseph D.; MUSONDA, Dismas. A 12-year longitudinal study of science concept-learning. **American Educational Research Journal**, Washington, v. 1, n. 28, p. 117-153, Jan. 1991.

O'DONNELL, Angela, N.; DANSEREAU, Donald, F. Scripted cooperation in student dyads: a method for analyzing and enhancing academic learning and performance. *In*: HERTZ-LAZAROWITZ, Rachel; MILLER, Norman (ed.). **Interactions in Cooperative Groups**: The theoretical anatomy of group learning. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. p. 120-141.

OXFORD, Rebecca L. Cooperative learning, collaborative learning, and interaction: three communicative strands in the language classroom. **The Modern Language Journal**, New York, v. 81, n. 4, p. 443-456, 1997.

PIAGET, Jean. Piaget's Theory. *In*: INHELDER, Bärbel; CHIPMAN, Harold H.; ZWINGMANN, Charles (ed.). **Piaget and His School**. Berlin: Springer, 1976.

REDFORD, Joshua S. *et al.* Concept mapping improves metacomprehension accuracy among 7th graders. **Learning and Instruction**, Amsterdam, v. 22, n. 4, p. 262-270, Aug. 2012.

ROTH, Wolf-Michael; ROYCHOUDHURY, Anita. The concept map as a tool for the collaborative construction of knowledge: a microanalysis of high school physics students. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, v. 30, n. 5, p. 503-534, May 1993.

RUIZ-PRIMO, Maria A.; SHAVELSON, Richard J. Problems and issues in the use of concept maps in science assessment. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, v. 33, n. 6, p. 569-600, Aug. 1996.

SANTOS, Bettina, S. dos. Vygotsky e a teoria histórico-cultural. *In*: ROSA, Jorge de La. (org.). **Psicologia e Educação**: o significado do aprender. 6. ed. Porto Alegre: EdiPUCS, 2013.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Ana Maria P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 59-77, mar. 2011.

SHAVELSON, Richard J.; RUIZ-PRIMO Maria, A.; WILEY, Eduard W. Windows into the mind. **Higher Education**, Berlin, v. 49, n. 4, p. 413-430, June 2005.

SOARES, Sâmia Magally Lima de Medeiros; LIMA, Rommer Wladimir. O mapa conceitual como ferramenta de aprendizagem na educação inclusiva. **Includere**, Mos-soró, v. 3, n. 1, p. 546-551, out. 2017.

STEVENSON, Matt P.; HARTMEYER, Rikke; BENTSEN, Petter. Systematically reviewing the potential of concept mapping technologies to promote self-regulated learning in primary and secondary science education. **Educational Research Review**, Amsterdam, v. 21, p. 1-16, June 2017.

TEASLEY, Stephanie. Talking about reasoning: how important is the peer in peer collaboration? *In*: RESNICK, Lauren B. *et al.* (ed.). **Discourse, Tools and Reasoning: Essays on Situated Cognition**. Berlin: Springer, 1997. p. 361-384.

TORRES, Patrícia L.; MARRIOTT, Rita C. V. **Handbook of research on collaborative learning using concept mapping**. Pensilvânia: IGI Global, 2010.

van BOXTEL, Carla; van der LINDEN, Jos; KANSELAAR, Gellof. Collaborative construction of conceptual understanding: interaction processes and learning outcomes emerging from a concept mapping and a poster task. **Journal of Interactive Learning Research**, Norfolk, v. 8, n. 3-4, p. 341-361, 1997.

VYGOSTKY, Lev S. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

WEINBERGER, Armin.; STEGMANN, Karsten.; FISCHER, Frank. Knowledge convergence in collaborative learning: concepts and assessment. **Learning and Instruction**, Amsterdam, v. 17, n. 4, p. 416-426, Aug. 2007.

WERTSCH, James V. **Vygotsky and the social formation of mind**. Cambridge: Harvard University Press, 1985.

Capítulo 8

Mapas conceituais e a modelização a partir de Bunge: um estudo no Ensino de Física

Kátia Calligaris Rodrigues
Leonardo Ferreira Rufino
Thathawanna Tenório Aires

Introdução

Para Mario Bunge (1974), as teorias científicas não se referem diretamente aos objetos reais, mas tratam de objetos-modelo. Um objeto modelo é um objeto conceitual criado pelo homem que representa objetos reais de maneira parcial, logo um objeto modelo é apenas uma abstração que representa propriedades específicas atribuídas a um objeto. Desta forma, para que um objeto-modelo se torne “palpável”, este precisa ser inserido em uma Teoria Geral como, por exemplo, a Física Quântica. Assim, a partir desta inserção, surge um modelo-teórico, que poderá ser testado empiricamente, diferente das teorias gerais que compreendem apenas um campo abstrato e conceitual.

A partir do estudo da Epistemologia proposta por Bunge, Pietrocola (1999, p. 225) sugere que a “[...] atividade de modelização seria o verdadeiro motor da atividade científica [...]” e que ao “[...] introduzirmos a modelização no ensino de Física estaremos instrumentalizando os alunos a representarem a realidade a partir das teorias gerais”.

Bunge (1974) sugere duas abordagens fenomenológicas, a do tipo “caixa-preta” e a do tipo “caixa-translúcida”. As do tipo caixa-preta são mais simples,

pois levam em consideração apenas as variáveis de entrada e de saída para descrever ou prever o comportamento de um sistema. No ensino de Física, essa abordagem é empregada, por exemplo, no ensino de cinemática ou óptica geométrica, ou seja, nos anos iniciais do curso. Contudo, a abordagem representacional de uma caixa-translúcida procura explicar o mecanismo interno de um sistema de forma hipotética, usando conceitos abstratos e não observáveis. As caixas translúcidas buscam explicar objetos modelos de alto nível de abstração como elétrons, estruturas cristalinas ou campos (Machado; Braga, 2020). Portanto, é de se esperar que haja um espectro de abordagens intermediárias, ou semitranslúcidas, para explicar os fenômenos naturais.

A partir da compreensão das abordagens fenomenológicas propostas por Bunge (1974) para explicar os fenômenos físicos, nos questionamos se a representação destes modelos (caixa preta e caixa translúcida) poderia ser identificada nas proposições elaboradas em mapas conceituais. Os mapas conceituais são diagramas gráficos que relacionam e hierarquizam conceitos a partir de frases (ou termos) de ligação entre os conceitos. O conjunto formado por dois conceitos unidos por uma frase de ligação é chamado de proposição e é a menor unidade de significado de um mapa conceitual (Novak; Cañas, 2010).

Diferentes mapeadores (elaboradores de mapas conceituais) elaboram proposições a partir de como construíram seu conhecimento a respeito de certo tema. Entretanto, essas proposições podem ser diferentes, mesmo quando os dois conceitos ligados são os mesmos. Todavia, além do conteúdo declarativo expresso em uma proposição, Romano Jr. e Correia (2010) procuraram entender a natureza das proposições e estabeleceram uma taxonomia para classificá-las em estáticas e dinâmicas. Sendo que as estáticas apresentam um caráter descritivo enquanto as dinâmicas uma relação de dependência, de causa e efeito, ou seja, explicativo.

Assim, a partir da possibilidade de análise proposicional em mapas conceituais (MC), buscamos investigar, neste estudo de caso, as proposições formadas em mapas conceituais elaborados a partir da aprendizagem de modelos teóricos dos tipos caixa preta e caixa translúcida no Ensino Física. Adicionalmente nos interessava

identificar correlações entre os tipos de modelos teóricos e os tipos de proposições formadas nos mapas elaborados, bem como identificar correlações entre a aprendizagem a respeito dos modelos teóricos físicos e os tipos de proposições formadas.

As proposições em mapas conceituais

Araújo *et al.* (2002, p. 50) apresentam em seu trabalho uma definição interessante do que seria um mapa conceitual. Para os autores, mapas conceituais “[...] são recursos para a representação de conhecimento que se constituem em uma rede de nós, representando os conceitos ou objetos, conectados por arcos com rótulos descritores das relações pares de nós”.

Para relacionar esses conceitos, podem-se utilizar setas, linhas ou palavras que expressem qual o tipo de relação existente entre dois conceitos. Quando essa vinculação é indicada utilizando palavras, as chamamos de frases ou termos de ligação (mesmo apresentando apenas uma única palavra), e nomeamos ainda como proposição à união decorrente entre dois conceitos realizada através dessas frases.

Salienta-se que o emprego das frases ou termos de ligação não exclui o uso das setas na ligação entre os conceitos. Isso por que “[...] a seta indica o sentido de leitura dos conceitos, que deve possuir um alto grau de clareza semântica” (Mayer, 2013, p. 21). Assim, o que não deve ser feito é utilizar apenas as setas para relacionar os conceitos.

Cavalcanti (2011) aponta também a relevância das proposições no processo de mapeamento, citando Novak, quando este diz que proposições são como “[...] a unidade semântica básica de um mapa conceitual e evidencia o significado de uma relação conceitual” (Novak, 1991 *apud* Cavalcanti, 2011, p. 12).

Em um mapa conceitual a forma como a mensagem se apresenta pode ser determinada pela escolha dos termos de ligação e dos conceitos utilizados na construção de uma proposição. Segundo Safayeni *et al.* (2005), podemos classificar as proposições como estáticas e dinâmicas de acordo com o verbo que se escolhe utilizar em sua construção.

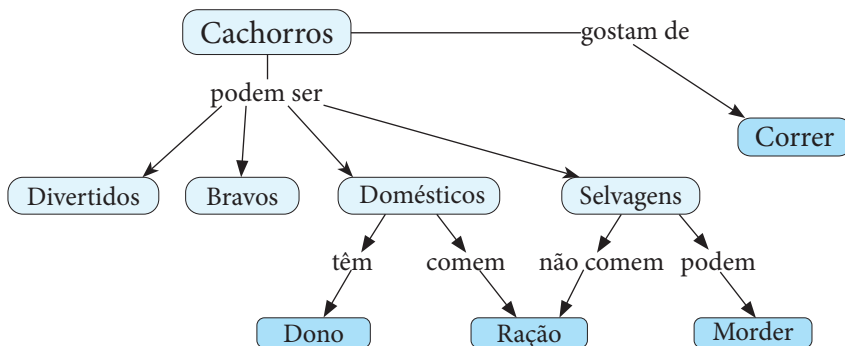
Proposições Estáticas

Quando dois conceitos são relacionados por meio de um termo de ligação e essa relação apenas descreve características, classifica ou define conceitos, se diz que essa é uma proposição estática. Entendendo que os termos de ligação devem possuir verbo para propiciar uma boa clareza semântica, os verbos presentes nas proposições estáticas são de ligação (ser, estar, ter), ou seja, que não indicam ação (Romano Jr.; Correia, 2010).

O mapa conceitual na Figura 1 apresenta algumas proposições que podem ser classificadas como estáticas. Sendo esse tipo de proposição as que apresentam caráter descritivo e classificativo. No exemplo de proposição estática de caráter descritivo, por descrever uma propriedade do conceito inicial do mapa (cachorro), tem-se “cachorros – podem ser → bravos” e “cachorros – podem ser → divertidos/bravos/domésticos/selvagens”. E como exemplo de proposição estática de caráter descritivo que indica uma característica do conceito inicial do mapa (cachorro), tem-se “domésticos – tem → dono”.

Dessa forma, existem dois aspectos que as proposições estáticas trazem ao mapa: i) os termos de ligação limitam os possíveis significados que um conceito pode assumir e ii) os conceitos assumem uma hierarquia no mapa onde os mais abrangentes aparecem na parte superior do mapa e os mais específicos se localizam na parte inferior do mapa.

Figura 1 – Mapa elaborado a partir da questão focal: Como são os cachorros?



Fonte: elaboração dos autores.

Proposições Dinâmicas

Quando se trata das proposições dinâmicas, as ligações explicitadas envolvem dependência, ação, mudança de estado, relações de causa e efeito (onde o um conceito será relativo à causa e o outro relativo ao efeito/consequência) (Safayeni; Derbentseva; Cañas, 2005) e podem ainda apresentar uma quantificação em seus conceitos, passando a ideia de que existem relações que são influenciadas pela intensidade (Miller; Cañas, 2008).

Considerando novamente o mapa conceitual da Figura 1, é possível observar a presença de algumas ligações que podem ser classificadas como proposições dinâmicas. Como exemplo desse tipo de proposição que indicam uma ação, por apresentar o verbo “comer” que indica uma atividade a ser realizada tem-se “domésticos – comem → ração” e “selvagens – não comem → ração”. Considerando o sentido de causa e efeito, é possível destacar proposição “selvagens – podem → morder” que indica a existência de uma possibilidade, que acontece por conta de uma condição inicial específica (cachorro ser selvagem).

Ainda na Figura 1, se no lugar da relação “domésticos – comem → ração”, fosse “domésticos – comem mais → ração”, seria um exemplo de proposição dinâmica quantificada, onde o advérbio de intensidade “mais” demonstra uma relação de proporcionalidade entre os conceitos e provoca influência na quantificação do conceito final (ração).

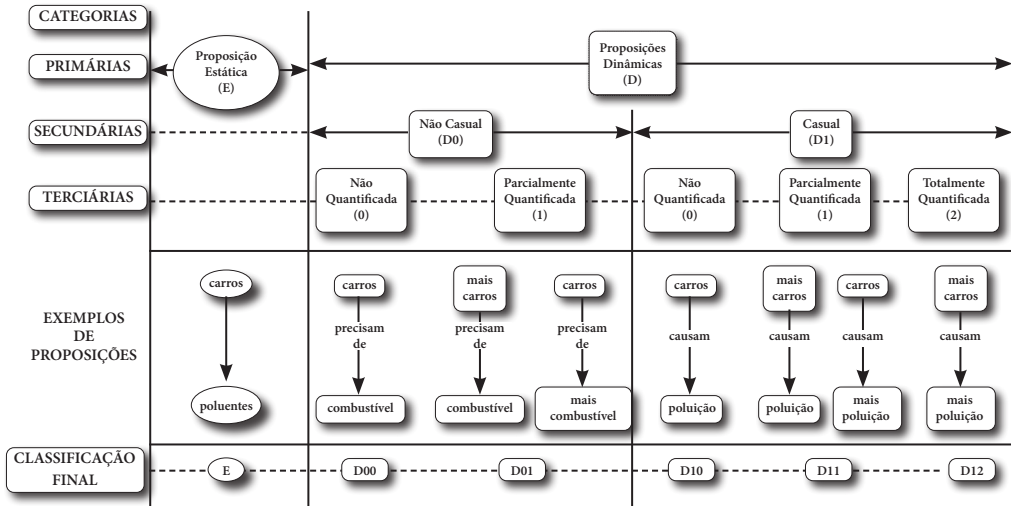
Quando se trata da quantificação de conceitos, por meio dos advérbios de intensidade “mais”, “menos”, “muito”, “quase”, “tanto”, “pouco”, “bastante”, “demais” etc., ela é capaz de favorecer a representação do conhecimento por relações que vão além da mera descrição e classificação de conceitos (Romano Jr.; Correia, 2010), apresentando a ideia de dependência entre os conceitos, além de diminuir as possíveis variações no espectro de significados que pode ser atribuído a proposição quantificada (Safayeni; Derbentseva; Cañas, 2005).

Análise Proposicional

A análise proposicional aqui descrita está baseada nos trabalhos de Romano Jr. e Correia (2010) e Romano Jr. (2012), que desenvolveram uma taxonomia para a classificação das proposições a partir de trabalhos como os de Safayeni, Derbentseva e Canãs (2005). Assim, as proposições com caráter descritivo e classificatório são classificadas como proposições estáticas e as proposições que indicam ação, dependência ou relações de causa e efeito (quantificadas ou não) são classificadas como proposições dinâmicas. A Figura 2 apresenta a taxonomia desenvolvida por Romano Jr. e Correia (2010).

De acordo com a Figura 2, a categoria de classificação primária define a proposição como sendo estática (E) ou dinâmica (D). A secundária classifica as proposições dinâmicas a partir das relações de causa e consequência, proposição dinâmica não-causal (D0) e proposição dinâmica causal (D1). A terciária classifica considerando a presença de quantificação nos conceitos da proposição: proposição não-causal não quantificada (D00); proposição dinâmica não-causal e parcialmente quantificada (D01); proposição dinâmica causal e não quantificada (D10); proposição dinâmica causal e parcialmente quantificada (D11); proposição dinâmica causal e totalmente quantificada (D12).

Figura 2 – Esquema taxonômico para classificação de proposições



Fonte: Romano Jr. (2012, p. 60).

Ainda, segundo Romano Jr. (2012), para que o mapeador deixe de produzir proposições estáticas e passe a construir proposições dinâmicas, será necessário um esforço cognitivo mais elevado, o que possibilitará uma estrutura cognitiva com um maior número de relações e que propiciará uma compreensão mais detalhada dessas ligações.

Assim, tem-se como hipótese que ao representar os modelos teóricos do tipo caixa preta, o mapeador utilizará em maior quantidade as proposições do tipo estática, considerando que elas apresentam um caráter descritivo e classificatório e, ao representar os modelos teóricos do tipo caixa translúcida, o mapeador optará por utilizar com maior ênfase as proposições do tipo dinâmicas, tendo em vista que elas indicam relações mais complexas e que envolvem um maior nível de reflexão para serem construídas, levando em consideração os detalhes que aparecem nesses modelos teóricos.

Os modelos teóricos segundo Mario Bunge

Neste trabalho utilizamos como base epistemológica o Realismo Científico proposto por Mario Bunge (1974) que traz uma classificação relativamente simples a respeito dos tipos de teorias que compõem a Física Clássica e Moderna. A teoria de Bunge, em essência, apresenta um caráter realista crítico, o que dentro da Epistemologia significa que deva existir um conhecimento no campo real, ou seja, que represente de fato a realidade, ao qual o homem busca por meio de teorias científicas. Porém segundo o próprio Bunge, não devemos aceitar todas as teorias ditas científicas como sendo verdadeiras (devemos criticá-las).

O que diferenciaria Bunge de filósofos como Thomas Kuhn e Gaston Bachelard, será ainda a negação da ideia de que com o surgimento de uma nova teoria científica, as teorias antiga e nova tornam-se então incomensuráveis, ou seja, para Bunge (1985, p. 26) “[...] toda revolução cognosciva autêntica tem seus fundamentos sobre algumas descobertas passadas e é avaliada em relação a estas. De modo que o novo, por novidade que seja, deve ser ‘comensurável’ ou comparável com o velho”.

Mediante isso, o conceito de modelo proposto por Bunge surge como uma análise da função do conhecimento teórico na construção da Física, ciência que este considera ter constituído o paradigma da ciência e a principal provedora de materiais para a elaboração filosófica (Bunge, 2000). Para ele, o aspecto teórico da Física é o motor do progresso científico nesta ciência, e se sobressai em relação ao volume de dados empíricos registrados. Este progresso é medido de acordo com a capacidade do homem de apreender cada vez mais o real dos objetos.

Em Bunge, o empírico e o racional não se contrapõem. Não obstante devem aproximar-se e relacionar-se de maneira a produzir conhecimento fálvel e verificável:

Ao longo de todo seu trabalho ficará claro que, embora de fundamental importância, as teorias por si só nada valem no contexto científico, pois sendo abstrações produzidas por nossa razão e intuição não se aplicariam a priori às coisas reais. Por outro lado, os dados empíricos apesar de mais próximos

da realidade, não podem ser inseridos em sistemas lógicos e gerar conhecimento. Desta aparente dicotomia entre teórico e empírico, é introduzida a modelização como instância mediadora. (Pietrocola, 1999, p. 222).

Assim, Bunge acredita que as teorias físicas não tratam do real, mas de idealizações do real, vale então definir os três conceitos primordiais na teoria bungeana:

- *Objeto-modelo*: abstração acerca de um conjunto de objetos com características semelhantes, limitado a fim de ser inserido em uma teoria geral;
- *Teoria Geral*: teoria que a priori poderia ser aplicada a qualquer parte da realidade física, porém se autolimita durante a resolução de problemas;
- *Modelo teórico*: surge da inserção de um objeto-modelo em uma teoria geral, o que irá produzir um sistema representante de um fenômeno físico, inicialmente capaz de prever certos comportamentos.

O objeto-modelo é uma idealização de um objeto real, o qual apresenta apenas alguns aspectos relevantes do real, segundo o pesquisador, e por consequência acaba por desprezar várias características. A construção de um objeto-modelo não ocorre de forma arbitrária, mas isto irá depender, em suma, do objetivo do investigador e possivelmente de um aparato experimental que limitará as observações, ou da própria capacidade matemática que este dispõe. Com isso, o objeto-modelo pode se tornar cada vez mais sofisticado, buscando melhorar a apreensão do real, de acordo com a intenção e capacidade do cientista.

Com a incorporação de um objeto-modelo em uma Teoria Geral é que surge um modelo teórico, este sim é um representante de um fenômeno físico capaz de ser operado e de realizar previsões. O Quadro 1 contém exemplos de modelos teóricos na Física.

Bunge (1974) então classifica, de acordo com a sofisticação, os modelos teóricos. Aqueles mais superficiais, que tem o objetivo de realizar previsões de comportamento, observando a saída de informações de acordo com a entrada são chamados de caixa preta, como por exemplo: As leis de Ohm, a Cinemática,

a Ótica Geométrica. No extremo, estão os modelos mais sofisticados, capazes de fazer compreender os mecanismos internos que promovem as ações, estão os caixas translúcida, exemplos: a Mecânica Estatística, a Dinâmica, a Ótica Quântica.

Quadro 1 – Situações modelizadas pela ciência

<i>Sistema</i>	<i>Objeto Modelo</i>	<i>Modelo Teórico</i>	<i>Teoria Geral</i>
Lua Sólido esférico girando em torno do seu eixo, em rotação à volta de um ponto fixo etc.		Teoria Lunar	Mecânica Clássica e Teoria Gravitacional
Luar	Onda eletromagnética polarizada plana	Equações de Maxwell para o vácuo	Eletromagnetismo Clássico
Pedaço de gelo	Cadeia linear casual de contas	Mecânica Estatística de cadeias causais	Mecânica Estatística
Cristal	Grade mais nuvem de elétrons	Teoria de Bloch	Mecânica Quântica

Fonte: adaptada de Bunge (1974, p. 53).

Os modelos do tipo caixa preta não devem ser desprezados, por serem necessários, ao representarem de maneira simples, global e segura fenômenos físicos que à primeira vista são extremamente complexos. Estes modelos dão um primeiro subsídio, em alguns casos, para o estudo de fenômenos incapazes de serem observados pelos sentidos humanos, como o estudo dos gases, por exemplo.

A classificação dos modelos teóricos físicos de acordo com a teoria bungeana não ocorre absolutamente, assim para classificar um modelo teórico como sendo do tipo caixa preta ou caixa translúcida este deverá ser comparado a outro e, de acordo com sua sofisticação, é possível identificá-lo, ou seja, a classificação é relativa. O critério comparativo do grau de “opacidade” das teorias está sempre no aspecto específico que está sendo considerado, isto é, “ninguém poderia dizer que ‘x é mais fenomenológico que y’, mas, antes, ‘x é mais fenomenológico que y com respeito a z’” (Bunge, 1974, p. 78).

Metodologia

A coleta de dados ocorreu no âmbito de um curso de Física-Licenciatura do Agreste Pernambucano. Os dados empíricos foram coletados considerando mapas conceituais elaborados por dois discentes do curso que já haviam cursado disciplinas como: Fundamentos de Física I e II, disciplinas que tratam de Cinemática, Leis de Newton para a Dinâmica de corpos extensos e pontuais, Energia Mecânica, Gravitação e Hidrostática; Física Conceitual I e II, disciplinas que tratam, de maneira conceitual, de conteúdos de Física Básica à Física Moderna. Antes de elaborar os mapas, os discentes participaram de um curso de formação em mapeamento conceitual com duração total de 20h. O curso (ministrado pelos autores) continha 4 módulos, apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Descrição dos módulos do curso de formação em mapeamento conceitual

<i>Módulo 1</i>	<i>Módulo 2</i>	<i>Módulos 3 e 4</i>
Apresentação da teoria subjacente aos mapas conceituais.	Apresentação do programa <i>Cmaptools</i> , onde elaboraram um primeiro mapa com a questão focal: Quais modelos descrevem a estrutura atômica? Estes mapas foram analisados e comentados com o intuito de melhorar a capacidade dos discentes como mapeadores.	Nestes dois módulos os discentes elaboraram e corrigiram (pelo menos duas vezes cada mapa) mapas baseados em modelos teóricos físicos como, por exemplo, “O efeito Doppler” e “Dipolos elétricos imersos em campos magnéticos”.

Fonte: elaboração dos autores.

Os dados empíricos analisados foram produzidos pelos discentes após o curso descrito acima, neste momento, com base nas análises dos mapas produzidos durante o curso, os discentes pareciam dominar razoavelmente a técnica de mapeamento conceitual e o programa *Cmaptools*. Então, eles elaboraram mapas conceituais, utilizando o *Cmaptools*, a partir de modelos teóricos físicos, classificados pelos autores, como tipo caixa preta e caixa translúcida a partir de suas

questões focais, conforme apresentado no Quadro 3. Vale ressaltar que esta classificação é relativa, ou seja, o modelo teórico da questão I é caixa preta em relação ao da questão IV, o da questão II é caixa preta em relação ao da questão V e o da questão III é caixa preta em relação ao da questão VI.

Quadro 3 – Questões focais para modelos do tipo caixa preta e caixa translúcida

<i>Questões focais para modelos tipo caixa-preta</i>	<i>Questões focais para modelos tipo caixa-translúcida</i>
<i>Mapa “CALOR”</i> I Como você explicaria o fenômeno da Condução Térmica por meio do conceito de Calor?	<i>Mapa “ENTROPIA”</i> IV Como você explicaria o fenômeno da Condução Térmica por meio do conceito de Entropia?
<i>Mapa “PTOLOMEU”</i> II Como a órbita dos planetas era explicada por Ptolomeu e o modelo Geocêntrico?	<i>Mapa “KEPLER”</i> V Como a órbita dos planetas era explicada a partir das Leis de Kepler?
<i>Mapa “ARISTÓTELES”</i> III Como a queda dos corpos era explicada segundo Aristóteles?	<i>Mapa “NEWTON”</i> VI Como a queda dos corpos era explicada a partir das ideias de Galileu e posteriormente por Newton?

Fonte: elaboração dos autores.

Para auxiliar na elaboração dos mapas foram disponibilizados textos de apoio, este momento de produção ocorreu num período de 15 dias, visto que os elaboradores têm compromissos com a graduação, estes foram auxiliados durante o processo de produção, de forma virtual, apenas sobre dúvidas relativas ao uso do *Cmaptools*.

O tratamento dado aos dados coletados neste trabalho está descrito nas seções seguintes, de acordo com as análises individuais dos 12 mapas conceituais coletados. A primeira análise trata da natureza das proposições (Figura 2) e a segunda análise avalia a aderência do mapa à questão focal que norteia sua produção. A análise dos mapas conceituais quanto à aderência à pergunta focal foi realizada a partir de dois critérios (elaborados pelos autores) colocados na forma

de questões, apresentadas no Quadro 4. As análises foram realizadas por dois avaliadores, a fim de se obter o máximo de imparcialidade possível

Quadro 4 – Critérios de análise dos mapas conceituais

<i>Critério 1 (C1)</i>	<i>Critério 2 (C2)</i>
O mapa apresenta proposições com pouca clareza ou que não são interpretáveis fora da rede proposicional?	O mapa responde claramente à questão focal, ou seja, a rede proposicional apresenta aderência à questão focal?

Fonte: elaboração dos autores.

Com base no Critério 1 (C1) os avaliadores deveriam identificar aquelas proposições que apresentam limitação quanto à sua clareza, ou que não eram interpretáveis fora da rede proposicional, estamos falando aqui daquelas proposições classificadas como não classificáveis (categoria “N”), que acabam por não acrescentar valor ao mapa como um todo. Como também, se incluem aqui aquelas proposições com ausência de um verbo de ligação e que por si só não podem ser compreendidas.

O Critério 2 (C2) visa avaliar o “conjunto da obra”, a partir dela o avaliador deverá considerar o mapa como um todo, mesmo este contendo proposições inadequadas ou limitadas, o avaliador deverá analisar se as proposições elaboradas e a união destas (rede proposicional) respondem correta e completamente à questão focal.

Neste momento, as análises foram realizadas por dois avaliadores de maneira independente. Os avaliadores deveriam então, com base nos critérios C1 e C2, estabelecer uma pontuação de 0 a 10 para cada mapa. A pontuação foi dada a partir das seguintes normativas:

C1: 0,0 significa que ele apresenta somente proposições que não são interpretáveis fora da rede proposicional. E 10,0 significa que ele não apresenta proposições que não são interpretáveis fora da rede proposicional.

C2: 0,0 significa que o mapa não responde claramente à questão focal. E 10,0 significa que o mapa responde claramente à questão focal.

Resultados e Discussão

Após a classificação da natureza das proposições, utilizando a taxonomia desenvolvida por Romano Jr. e Correia (2010), foram geradas duas tabelas (Tabelas 1 e 2) (uma para cada mapeador) com o percentual de ocorrência de proposições separadas por categoria (N, E, D00, D01, D10, D11, D12).

Vale ressaltar que durante a análise das proposições verificou-se que algumas não permitiam uma classificação, considerando as categorias propostas por Romano Jr. e Correia (2010). As proposições foram consideradas como não passíveis de análise a partir da taxonomia descrita na Figura 2, pois apresentavam erros conceituais, limitação com relação a compreensão (em parte devido à ausência de verbo no termo de ligação) ou por não se configurarem como uma proposição do tipo conceito – termo de ligação – conceito. Estas proposições então foram agrupadas numa categoria representada pela letra “N”, e não foram consideradas neste momento da análise. Porém optou-se por não as descartar imediatamente dado que poderiam evidenciar algo a respeito da proficiência do mapeador ou de sua compreensão acerca do tema que norteou o mapa. As demais proposições foram analisadas de acordo com a taxonomia de Romano Jr. (2012).

Tabela 1 – Percentual de ocorrências de proposições nos mapas conceituais do mapeador 1

CATEGORIA DA PROPOSIÇÃO	E	ΣD	D00	D01	D10	D11	D12
<i>Mapa “CALOR”</i>	72,7 %	27,3 %	18,2 %	0	9,1%	0	0
<i>Mapa “ENTROPIA”</i>	80 %	20%	10 %	0	10 %	0	0
<i>Mapa “NEWTON”</i>	28,5 %	71,5 %	57,2%	0	14,3 %	0	0
<i>Mapa “ARISTÓTELES”</i>	60 %	40 %	6,7 %	0	20,1 %	13,3 %	0
<i>Mapa “PTOLOMEU”</i>	46,1 %	53,9 %	53,9 %	0	0	0	0
<i>Mapa “KEPLER”</i>	52,9 %	47,1 %	41,2 %	0	5,9 %	0	0

Fonte: elaboração dos autores.

Tabela 2 – Percentual de ocorrências de proposições nos mapas conceituais do mapeador 2

CATEGORIA DA PROPOSIÇÃO	E	ΣD	D00	D01	D10	D11	D12
Mapa “CALOR”	33,3 %	66,6 %	0	0	66,6 %	0	0
Mapa “ENTROPIA”	0	100%	100%	0	0	0	0
Mapa “NEWTON”	55,5 %	45,5 %	45,5 %	0	0	0	0
Mapa “ARISTÓTELES”	72,7%	27,3 %	27,3 %	0	0	0	0
Mapa “PTOLOMEU”	57,1 %	42,9 %	42,9 %	0	0	0	0
Mapa “KEPLER”	78,5 %	21,5 %	21,5 %	0	0	0	0

Fonte: elaboração dos autores.

Utilizando-se do número de ocorrências de proposições em cada mapa, e com o objetivo de excluir a interferência do tamanho dos mapas conceituais, determinado pelo número de proposições em cada um deles, sobre os resultados obtidos, foram calculados valores relativos ao número de ocorrência na forma percentual. Então, dividiu-se o número de proposições por categoria pelo número total de proposições em cada mapa, desconsiderando aquelas da categoria “N”, Tabela 3.

Tabela 3 – Percentual de ocorrências de proposições por tipo de modelo que baseia a produção do MC

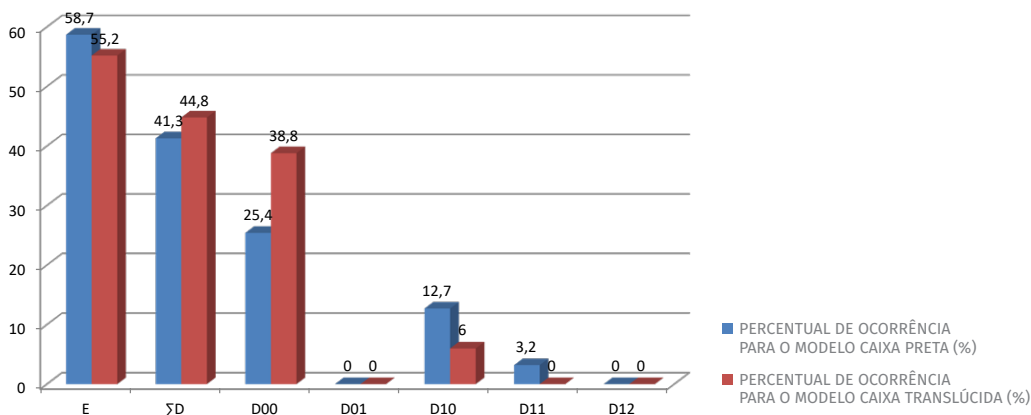
CATEGORIA DA PROPOSIÇÃO	E	ΣD	D00	D01	D10	D11	D12
PERCENTUAL DE OCORRÊNCIAS PARA O MODELO CAIXA PRETA (%)	58,7	41,3	25,4	0	12,7	3,2	0
PERCENTUAL DE OCORRÊNCIAS PARA O MODELO CAIXA TRANSLÚCIDA (%)	55,2	44,8	38,8	0	6,0	0	0

Fonte: elaboração dos autores.

A quantidade de proposições dinâmicas e estáticas nos dois tipos de mapa é muito próxima, uma diferença de cerca de 3,5% para mais, no caso das proposi-

ções estáticos nos mapas baseados em modelos teóricos do tipo caixa preta (posteriormente chamados de “mapas do tipo caixa preta”) com relação aos mapas baseados em modelos teóricos do tipo caixa translúcida (posteriormente chamados de “mapas do tipo caixa translúcida”). E também de 3,5% para menos no caso das proposições dinâmicas nos mapas do tipo “caixa translúcida”, com relação aos mapas do tipo “caixa preta” (Figura 3).

Figura 3 – Percentual de proposições presentes nos mapas do tipo “caixa preta”



Fonte: elaboração dos autores.

Quando comparamos o percentual de ocorrências de proposições dinâmicas e estáticas nos dois tipos de mapas a diferença parece realmente mínima (cerca de 3%) e esta pode ser “engolida” por uma incerteza associada, além de já ser possível inferir que o número de proposições estáticas, que se apresenta como superior, não parece depender aqui do tipo de modelo teórico que baseia o mapa.

Porém observando mais detalhadamente, alguns dados nos pareceram interessantes, por exemplo: o número de proposições não classificáveis foi maior nos mapas do tipo “caixa preta” ($n = 14$) em comparação com os mapas do tipo “caixa translúcida” ($n = 9$), respectivamente; nos mapas do tipo caixa translúcida foram observadas um total de ($n = 30$) proposições dinâmicas, enquanto nos do

tipo caixa preta foram ($n = 26$); e por fim, apenas em um dos mapas do tipo “caixa preta” foram observadas proposições do tipo D11 (proposição dinâmica causal parcialmente quantificada).

Com base nos critérios descritos acima, os dois avaliadores pontuaram os mapas de 0 a 10 a fim de avaliar, em síntese, a compreensão dos mapeadores com relação aos temas, e como proposições de compreensão limitada ou incorreta influenciam na resposta da questão focal. Baseado nestes critérios obteve-se uma pontuação média para cada mapa dado por cada avaliador, Tabelas 4 e 5.

Tabela 4 – Média geral do mapeador 1, com relação as pontuações recebidas, por tipo de modelo teórico que baseou a elaboração dos mapas

Modelo teórico	Pont, Média – Avaliador 1	Pont, Média – Avaliador 2	Média geral
<i>Caixa preta</i>	8,0	7,4	7,7
<i>Caixa translúcida</i>	9,5	8,2	8,9

Fonte: elaboração dos autores.

Tabela 5 – Média geral do mapeador 2, com relação as pontuações recebidas, por tipo de modelo teórico que baseou a elaboração dos mapas

Modelo teórico	Pont, Média – Avaliador 1	Pont, Média – Avaliador 2	Média geral
<i>Caixa preta</i>	8,0	8,0	8,0
<i>Caixa translúcida</i>	6,4	6,4	6,4

Fonte: elaboração dos autores.

Conforme evidenciado nas Tabelas 4 e 5, o mapeador 1 apresentou melhor desempenho em elaborar mapas para os modelos teóricos do tipo caixa translúcida, apesar de não apresentar pontuação tão abaixo da do mapeador 2 com relação

aos modelos de caixa preta (pontuação que pode estar associada as proposições limitadas elaboradas pelo mapeador nestes mapas). Já o mapeador 2, apresentou uma boa pontuação com relação aos modelos do tipo caixa preta, porém uma pontuação muito abaixo da obtida pelo mapeador 1 com relação aos modelos do tipo caixa translúcida, e isso corrobora com o notificado acima sobre a proficiência do mapeador em elaborar mapas conceituais. Outro aspecto a ser considerado aqui é a relação entre o número relativo de proposições dinâmicas nos mapas e a pontuação dada quanto à aderência do mapa à questão focal.

Considerações finais

Com base nos resultados obtidos a partir das análises descritas e da comparação entre os dados obtidos, observou-se que o tipo de modelo teórico físico que baseia a produção do mapa conceitual parece não influenciar nos tipos de proposições formadas nos mapas, ou seja, em mapas conceituais baseados em modelos que evidenciam o caráter de entrada e saída de dados (modelo caixa preta) não necessariamente serão encontradas mais proposições do tipo descritivas ou classificatórias (proposições estáticas), no entanto a formação de proposições estáticas ou dinâmicas dependerá da compreensão do mapeador a respeito do tema proposto e de sua aptidão em elaborar mapas.

Devemos considerar que a classificação imposta pela taxonomia de Romano Jr. e Correia (2010) é pertinente ao estabelecer parâmetros de identificação de proposições em mapas. Ainda em Romano Jr. e Correia (2010), observa-se a importância do estímulo para a elaboração de proposições dinâmicas e como estas elevam a complexidade da elaboração dos mapas, o que no presente trabalho se evidenciou pelo uso do termo “COMO” no início das questões focais. Todavia, a utilização de questões focais iniciadas com o “COMO” não apresentou, neste caso, ser um estímulo suficiente para elevar o número de proposições do tipo dinâmicas sobre o número de proposições estáticas, como proposto por Romano Jr. (2012).

Não ficaram evidentes, correlações entre os tipos de proposições formadas e as notas atribuídas aos mapas produzidos de acordo com os critérios C1 e C2 de aderência do mapa construído à questão focal norteadora, independentemente do tipo de modelo teórico que baseou sua produção.

Ademais, a análise da rede proposicional de mapas conceituais requer uma abordagem de diversos aspectos do mapa. A classificação das proposições e o critério de aderência à questão parece-nos ser fundamental para a avaliação dos mapas, porém não são apenas estas análises que nos trarão conclusivamente um método de avaliação de total eficiência. E isto se configura devido às particularidades dos temas que norteiam os mapas e os tipos de mapeadores (a forma como estes utilizam a língua portuguesa para elaborar os mapas).

Com base nas inferências feitas neste trabalho e de acordo com os resultados observados, é possível vislumbrar a possibilidade de trabalhos futuros que considerem: a análise da natureza das proposições em mapas conceituais e da aderência da rede proposicional à questão focal, associadas a um maior aprofundamento na análise das estruturas semânticas, do impacto que proposições de compreensão limitada provocam na rede proposicional, como mais uma forma de parametrizar a avaliação da aprendizagem de conceitos físicos em mapas conceituais.

Referências

ARAÚJO, Ana Marina Teixeira; MENEZES, Crediné S.; CURY, Davidson. Um ambiente integrado para apoiar a avaliação da aprendizagem baseado em mapas conceituais. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO*, 13., 2002, São Leopoldo. **Anais [...]**. São Leopoldo: SBIE – UNISINOS, 2002.

BUNGE, Mario. **Epistemología**. Barcelona: Ariel, 1985.

BUNGE, Mario. **Física e filosofia**. São Paulo: Perspectiva, 2000.

BUNGE, Mario. **Teoria e realidade**. São Paulo: Perspectiva, 1974.

CAVALCANTI, Regina Raquel G. **Desenvolvimento e aplicação de um método de análise de mapas conceituais com o objeto de acompanhar mudanças na compreensão de um grupo de alunos sobre o tema equilíbrio químico**. 2011. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, Área de concentração Ensino de Química) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

MACHADO, Juliana; BRAGA, Marco. A conceitualização de modelos em Física: aproximações e distanciamentos entre as visões de Mario Bunge e Gerard Vergnaud. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 22, p. 1-21, 2020.

MAYER, Suzéte Fraga. **Inovação metodológica na sala de aula com o uso de mapas conceituais no ensino superior**. 2013. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013.

MILLER, Norma L.; CAÑAS, Alberto J. A rubric of semantic punctuation for concept maps: design and reliability. *In*: Mapeo conceptual: conectando a los educadores. **Proc. de la Tercera Conferencia Internacional sobre Mapeo de Conceptos**. Tallin, Estonia y Helsinki, Finlandia, 2008.

NOVAK, Joseph D.; CAÑAS, Alberto J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 5, n. 1, p. 9-29, jan./jun. 2010.

PIETROCOLA, Maurício. Construção e realidade: o realismo científico de Mario Bunge e o ensino de ciências através de modelos. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 4, n. 3, p. 213-227, dez. 1999.

ROMANO JR., Jerson Geraldo. **Mapas conceituais no ensino de Ciências: Identificação de Proposições Estáticas e Dinâmicas para expressar as relações entre ciência, tecnologia e a sociedade**. 2012. 99 f. Tese (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

ROMANO JR., Jerson Geraldo; CORREIA, Paulo Rogério M. A taxonomic scheme for propositional analysis. *In*: CMC 2010. **Proc. Fourth Int'l Conference on Concept Mapping**. Vinã del Mar, Chile, 2010.

SAFAYENI, Frank; DERBENTSEVA, Natalia; CANÃS, Alberto J. A theoretical note on concepts and the need for cyclic concept maps. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, v. 42, n. 7, p. 741-766, Apr. 2005.

Capítulo 9

Nós temos uma ponte: coletividade para elaboração do livro “no mundo de Berta”

Valéria da Silva Lima
Maylta Brandão dos Anjos
Giselle Rôças

Introdução

Construir uma ponte coletiva representa um caminho de passagem, movimento, etapas do planejamento, organização, criação das personagens, elaboração do texto, produção das imagens e parcerias para elaboração do Produto Educacional. Esse capítulo faz parte de uma Tese que busca organizar um Produto Educacional, tendo em vista a escrita e ilustração do livro “No Mundo de Berta”, a partir das histórias criadas pelas demandas da pesquisa.

A espinha dorsal, músculos e tendões foram desenhados nos planejamentos e ações processadas em coletividade entre orientadoras, orientanda, grupo de pesquisa e parcerias. A perspectiva qualitativa e descritiva desta pesquisa tem a intenção de que o livro paradidático possa servir à responsabilidade social e plural de valorizar os temas das ciências para as infâncias, as etnias diversas e as brasilidades.

No Doutorado Profissional, os discentes precisam desenvolver um Produto Educacional (PE) que pode ter formatos diversos. Esse produto deve ser aplicado em um cenário real e estar atrelado à pesquisa (Rizzatti *et al.*, 2020). Da possibilidade à produção, o Produto Educacional tem viés que valoriza o chão da escola e a expressão do aluno que aprende na perspectiva da pedagogia engajada, na

convicção de que, como afirma Hooks (2017, p. 31),¹⁵ é “possível dar aula sem reforçar os sistemas de dominação existentes”.

“No Mundo de Berta” está materializado e apresentado em formato de *ebook*, livro de literatura infanto-juvenil, que tenciona valorizar as infâncias e as histórias que permeiam o imaginário social. Ele tem características identitárias amparadas na diversidade, no multicultural e na valorização das ciências produzidas no cotidiano escolar, em que aproximamos as ciências com as infâncias. Sendo assim, objetivamos apresentar o livro “No Mundo de Berta”, com seus personagens, histórias, fazendo a ponte com o ensino de ciências tendo em vista a educação plural para as infâncias.

No decorrer da pesquisa dialogamos e pensamos em discursos que valorizassem as temáticas das ciências e que pudessem dialogar com a cultura brasileira, percorressem estados, discorressem sobre gêneros textuais como contos de fadas, folclóricos, africanos, afro-brasileiros, afrodescendentes, negro-brasileiros, indígenas, poemas, cordel, entre outros.

Trata-se de um presente doado às infâncias, mas para isso, é preciso que os docentes estejam preparados para ação dialógica, por meio das compreensões e interpretações que se desenrolam nas histórias. As compreensões dizem respeito às inserções no próprio texto e as interpretações dão margens para os fatos, sentidos e vivências que extrapolam ao texto. No interior e exterior do texto, dialogamos com temáticas interdisciplinares das Ciências Naturais fortalecendo o ensino.

O planejamento para elaboração do Produto Educacional está ancorado na perspectiva qualitativa da pesquisa (Gil, 2019). Essas observações foram feitas no chão da escola; em nossas práticas e dos colegas; durante muitos anos no exercício

15 bell hooks, pseudônimo de Glória Jean Watkins, utiliza o pseudônimo em homenagem a sua bisavó Bell Blair Hooks conhecida por falar a verdade sem rodeios. A escolha pela escrita em letras minúsculas diz respeito a valorização de sua escrita. Conferir em Almeida, Blogs de Ciência da Universidade Estadual de Campinas (2021).

do magistério; nas contações de histórias em contextos diversos; nas parcerias e participações no grupo de pesquisa CAFECiência, Arte, Formação e Ensino do PROPEC-Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências; na dinamização de projetos de leituras em espaços diversos e na pesquisa.

Por que contar histórias para além da proposta curricular? Como abordar temáticas das ciências para as infâncias? Com esses questionamentos auxiliamos nos processos educativos que envolvem o ensino de ciências plural, também em tempos de pandemia da Covid-19.

As experiências docentes vivenciadas no cotidiano escolar em práticas de leituras, bem como os estudos realizados no percurso da construção da Tese fortaleceram nosso caminhar na construção coletiva do Produto Educacional que se configura com um caminho percorrido na construção de pontes de observações, ações interpretativas, leituras de mundo e livros que dialogam com temas das ciências.

Desenvolvimento

Nossas escolhas têm intencionalidades pessoais, coletivas, pedagógicas, políticas, sociais, culturais e científicas. As histórias nunca foram neutras, assim como as produções de conhecimentos. Celso Sisto (2012), Ilan Brenman (2012) e Fanny Abramovich (2009) são alguns autores da literatura infantil que contribuem para a contação e mediação de histórias para as infâncias. Tais autores fortalecem os espaços de aprendizagens que envolvem a crítica social nos textos. Ressaltamos que as ciências se encontram nas histórias, com temáticas diversas como: alimentação, saúde, higiene, consciência ambiental, Terra, Universo, solo, água, meio ambiente, plantas e germinação são algumas abordagens a serem trabalhadas com as histórias.

O artigo “Quem conta um conto: reconhecendo as potencialidades da contação de histórias para o ensino de ciências” de Sales, Anjos e Rôças (2019) é um exemplo de uma produção escrita em que a contação de histórias em diálogo com

o ensino de ciências se mostra presente na interatividade e produção de conhecimento para as infâncias, tendo em vista a prática reflexiva.

A prática reflexiva crítica é campo de nossa ação, fundamentada na tendência de educação libertadora em que apostamos na educação dialógica para compreensão e aprendizagens. A dialogicidade antecede a ação pedagógica, quando o educador se encontra com seus alunos. Ela inicia no planejamento docente, quando ele questiona sobre o que irá dialogar com os discentes. Essa ação representa a práxis, que em Freire é ação e reflexão para a libertação e aprendizagens (Freire, 2020).

As intencionalidades dialógicas conduziram-nos às interações no campo. Primeiro na sala de aula com crianças de escolas localizadas no interior do Rio de Janeiro/Brasil. Depois, em cursos de capacitações de professores, em que as histórias eram contadas e dialogadas por meio de processos de compreensões e interpretações coletivas.

Contamos histórias e incentivamos interpretações diversas para aprendizagens. Dessa forma, o Produto Educacional surge como um resultado de processos formativos em serviço. Ações que perpassam a formação inicial e continuada, pois “não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino” (Freire, 2019, p. 30).

Apostamos na intenção crítica, plural e de inserção social. As histórias abrem portas da imaginação nas infâncias, elas tratam de temas diversos, basta somente encontrá-las e ensiná-las às gerações mais jovens, para que apreendam formas distintas de leituras e sejam inseridas na cultura científica, iniciada por meio das histórias nas construções de pontes, inscritas no item a seguir.

“No Mundo de Berta”: um caminho de construção de pontes

As pontes são construídas para facilitar o trânsito e o movimento dos sujeitos. Dessa forma, o livro “No Mundo de Berta” surgiu no caminho da pesquisa. Inicialmente, a proposta seria de um livro de orientação ao docente, como um guia, depois tomou o formato de histórias. A escrita exige uma técnica diferencia-

da de contar uma história. A comunicação visual e afetiva, durante a contação de histórias orais, cede lugar para um processo solitário, que exige reflexão e criatividade para a produção textual.

Tal solidão não significa frieza, mas sim, distanciamento para que as histórias fluam, perpassem a imaginação e se transformem em elemento concreto de enunciação para um leitor, talvez desconhecido. Bakhtin afirma que “o autor-criador nos ajuda a compreender também o autor-pessoa, e já depois suas declarações sobre sua obra ganharão significado elucidativo e complementar” (Bakhtin, 2011, p. 6).

As personagens surgiram antes das histórias, bem como as suas características e detalhes. Criamos as personagens e suas características baseadas nas nossas vivências pessoais e profissionais, tendo em vista as temáticas das Ciências Naturais para as infâncias, assim como as pluralidades literárias. Dessa forma, partimos do todo para as partes, a ideia do livro surgiu primeiro, depois as personagens, suas caracterizações, os nomes, as histórias e as ilustrações.

Foram criadas 13 histórias que tratam das aventuras e vivências de Berta e seus pares. Elas se relacionam entre si com temas diversos das Ciências Naturais prescritos em documentos oficiais para as infâncias.

O nascimento das ilustrações

Criação, criatividade e arte integraram as ações das ilustrações. Compreendemos que as ilustrações também contam histórias. As cores, as formas, os traços e as personagens saem do imaginário e se materializam no livro, esse foi o processo de encontro, parceria e desenvolvimento com o ilustrador.

As etapas para o processo da ilustração dividiram-se da seguinte forma: envio do material para leitura e análise das histórias separadas; envio do roteiro da caracterização das personagens. Diálogos por meio da rede social *WhatsApp* (composto pelas autoras, organizadoras e o ilustrador), para planejamento sobre número de páginas, formato do livro, quantidade de ilustrações, quantidade e estética dos personagens, capa, diagramação, revisão de texto e orçamentos.

Dessa forma, as figuras saíram do texto e ilustraram nossas histórias, sendo consideradas, a todo instante, a pluralidade e resgate das culturas imersas no Brasil. A parceria com o ilustrador foi de muita interatividade.

Sobre as tranças nos cabelos de Berta e Janaína, compreendemos ser uma técnica corporal experienciada por negros, desde a saída do continente africano, porém as significações foram alteradas no decorrer do tempo e do espaço. Essa ação que envolve estilos nos penteados das crianças negras é explicitada na existência de um estilo peculiar que diferencia dos penteados das crianças brancas, mesmo quando elas estão com os cabelos trançados e ou enfeitados. O negro e seu cabelo se relacionam com a identidade negra compreendendo um complexo sistema estético. As vivências da criança negra fora do universo familiar, como é o caso da escola, a tensão vivida pelos negros se manifesta na relação estabelecida entre vida familiar e as relações sociais mais amplas. Nesses espaços sociais comparações, padrões estéticos, estilos de vida e práticas culturais se destacam no dia a dia da criança negra, a maioria das vezes se distancia daquela aprendida na família.

A construção da auto-representatividade afirmativa de ser negro/negra são elementos particulares para lidar com o cabelo crespo. Inferimos que trabalhar, lidar, manusear e cuidar do cabelo crespo se associa a estratégias subjetivas individuais de formação da identidade negra (Gomes, 2002) presentes no texto. Nas linhas a seguir apresentaremos algumas personagens do livro.

Berta e seus companheiros

A voz de Berta ecoa baixinho e representa as vozes femininas. Ela foi a primeira personagem na composição do livro (Figura 1), foi pensada para representar as infâncias, em especial, das meninas pretas, que há muito tempo não se viam representadas nas histórias, a não ser em situações de subalternidades. A lei 10.639/03 fortalece a ação plural, ao trazer a obrigatoriedade da inclusão da história da África, dos africanos e afrodescendentes no currículo da Educação Básica

(Brasil, 2003). O trabalho com as questões étnicas raciais é um assunto emergente, logo a escolha de Berta tem um potencial emancipatório, político e social.

Berta (Figura 1) é protagonista de texto, ela nasce potente e forte, por isso seu nome foi escolhido para estar no título do livro. Berta representa a primeira fase da vida, as aprendizagens diversas, as periferias, os subalternizados, os oprimidos, em especial as infâncias, moldadas e controladas pela visão do adulto. Berta nos convida à práxis do começo ao fim e contribui para diversas leituras.

Figura 1 – Berta da Silva Sousa com “s”



Fonte: elaboração das autoras.

Desde a quantidade de melanina na pele até as texturas dos cabelos crespos que relembram o desembaraçar constantemente, bem como as pressões dos pentes e puxões de cabelos nos destrançamentos, são experiências que muitas mulheres pretas vivenciaram na infância (Gomes, 2002).

As vivências cotidianas do negro que se relacionam ao cabelo têm seu processo de iniciação muito cedo. Salientamos que é um engano pensar que esse processo começa com a utilização de produtos químicos capilares. Na infância, as meninas pretas, são submetidas a experiências ritualizadas em que a manipulação dos cabelos é realizada por um parente mais próximo com os penteados que envolvem trançados, que nem sempre é escolhido pela criança (Gomes, 2002).

Toni Cleito (Figura 2), o cãozinho de estimação de Berta representa os animais, o cuidado e preservação da vida, habitat e suas características. Na maioria das vezes, as histórias têm sempre um animalzinho, sejam nas fábulas, nos contos de fadas ou nos contos clássicos, eles estão por toda parte. Dessa forma, Toni Cleito representa todos os animais, em especial os vira-latas.

Ao apresentarmos a filiação do Toninho deixamos brechas para histórias folclóricas do Norte brasileiro, incluindo a lenda do “Boto cor-de-rosa”. Além do trabalho com a cultura e fauna local, questões da paternidade encontram-se imbricadas.

Figura 2 – Toni Cleito da Silva Sousa com “s”



Fonte: elaboração das autoras.

As histórias nos encaminham às leituras, que estão para além do texto. As imagens feitas por Bruno Formidável é uma prova de que o ilustrador também é o coautor textual. A imagem pensada e descrita no texto interage e se completa com os traços e cores das formas ilustradas.

Janaína (Figura 3) mãe de Berta tem seu nome representado pela cultura indígena. Janaína representa a mulher preta que costura histórias de todos os povos. Ela é responsável por tecê-las e compartilhá-las a seus filhos. Histórias de comunidades ribeirinhas, de famílias não tradicionais, de guerras e conflitos resolvidos e não resolvidos.

Figura 3 – Janaína da Silva Sousa com “s”



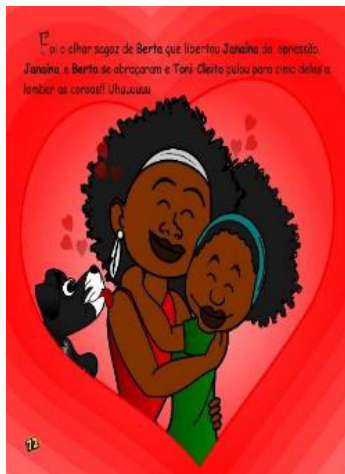
Fonte: elaboração das autoras.

A elaboração dessas personagens levou-nos a compreensão de que nosso corpo fala mediado por ações no espaço, tempo e localização social. Lidamos com a realidade dual e dialética, sendo essa realidade natural e simbólica. O corpo percebe os padrões estéticos do contexto do mundo, as telas pintadas nos corpos, os penteados e as maquiagens adquirem, nos coletivos de culturais específicos, sentidos diferenciados e específicos de outras culturas. Ao observarmos o corpo negro na escola consideramos como educadores e educandos negros e brancos trabalham com dois elementos elaborados pela cultura, no bojo da social brasileiro, os quais definem o pertencimento étnico/racial dos sujeitos inscritos na cor da pele e o cabelo (Gomes, 2002).

Sobre as tranças e penteados nos cabelos, bem como as transições capilares de Berta e Janaína nos aproximam da escrita de Gomes (2003), quando afirma que em algumas sociedades ocidentais, grupos familiares negros, ornamentam os cabelos das crianças, em especial das meninas, com o propósito de quebrar paradigmas e estereótipos do cabelo crespo estar descabelado e/ou sujo. Algumas cuidam dos cabelos como cuidado cultural corporal. Ao observamos crianças negras

trançadas (Figura 4), duas coisas são postas: a utilização de enfeites com adereços de várias cores e a diversidade dos estilos das tranças.

Figura 4 – Berta e Janaína da Silva Sousa com “s”



Fonte: elaboração das autoras.

A vó Maria (Figura 5) é uma personagem afro-indígena que cozinha e conta histórias na região Norte brasileira, pouco valorizada e desconhecida nas histórias, a não ser por via das lendas. Ela representa as mulheres avós que lutam para sobreviver e auxiliam na criação dos netos. A culinária local valoriza os cheiros, sabores e artes da alimentação peculiar da região Amazônica.

Valoriza, também, a preservação da cultura, da terra, da floresta e bacia hidrográfica amazônica. Sua roupa segue a padronagem da cerâmica Marajoara e as sandálias nordestinas que calçam seus pés. Essas informações são importantes, para mostrar que extrapola a história a questão da inclusão e das diversidades, permeando caminhos da semiótica.

Vó Maria nos faz dialogar com Evaristo (2019), ao refletir sobre o termo “Escrevivência” como um evento diaspórico e universal, como sentido gerador que envolve uma cadeia de sentidos fundamentados na dinâmica da palavra. Vó

Maria representa a imagem e a figura das mães pretas, as pessoas que sobreviviam sob a condição de escravizadas no interior da casa-grande. Vó Maria se aproxima das mulheres que eram obrigadas a cuidar dos filhos da família colonizadora, amamentando (mãe de leite), preparando as refeições, ensinando as primeiras palavras aos bebês. Além disso, esses corpos eram cerceados em suas subjetividades e vontades pela escravização, ainda assim, as mães pretas deveriam cumprir a tarefa enunciativa de “contar histórias para adormecer os da casa-grande” (Evaristo, 2019, p. 30). Assim, as mães pretas se encaminhavam para os aposentos infantis para ninar e contar histórias para os infantes, futuros senhores e senhoras. Eles tinham consciência de que nunca abririam mão das heranças, poderes e superioridades afirmados nas suas descendências. “Foi nesse gesto perene de resgate dessa imagem, que subjaz no fundo de minha memória e história, que encontrei a força motriz para conceber, pensar, falar e desejar e ampliar a semântica da escrevivência” (Evaristo, 2019, p. 30), que se relaciona com a Vó Maria.

Figura 5 – Vó Maria da Silva Sousa com “s”



Fonte: elaboração das autoras.

Ailton representa o cidadão nordestino (Figura 6). Ele sobrevive a partir das experiências aprendidas com o mar, de onde se colhem histórias de pescador, a cor da pele se aproxima do nordeste brasileiro e o mar valoriza o planeta Terra.

Ailton é símbolo de força, resistência e coragem migratória, com ele os nordestinos anseiam pelo Sul, navegam entre as correntezas, esperando encontros e reencontros nas buscas por sobrevivências. A sensibilidade é valorizada referente aos aspectos da masculinidade, patriarcado e paternidade. O mar é mundo de possibilidades, Ailton lança suas redes, observa, experimenta, explora as marés.

Figura 6 – Ailton da Silva Sousa com “s”



Fonte: elaboração das autoras.

Kaiodê é o irmão de Berta que também representa as infâncias, a vida, as aprendizagens e o afeto (Figura 7). Refletimos com Kaio como é chamado, carinhosamente, pelos seus familiares, as infâncias e as representações imbricadas nas ciências.

Figura 7 – Kaiodê da Silva Sousa com “s”



Fonte: elaboração das autoras.

Flora Fauna da Silva é a personagem mitológica que representa a proteção, cuidado e preservação ambiental (Figura 8). Flora surge em um momento de perigo e logo se dispõe a proteger a família de Berta e os seres vivos do bioma Mata Atlântica. A entidade representa as matas, florestas, lagos e rios brasileiros. Ela é personificação do ambiente sustentável, da relação harmoniosa entre os habitantes do planeta, bem como dos povos originários. Sua cor esverdeada remete as matas, que são importantes para o sustento de todos os animais.

Figura 8 – Flora Fauna da Silva



Fonte: elaboração das autoras.

As histórias nos ensinam sobre a vida, a morte, alimentação, medos e alegrias. Com Berta não é diferente, muitas possibilidades estão contidas nas histórias, entre elas, os diálogos com temas das Ciências Naturais para as infâncias. O corpo humano, as fases da vida, os órgãos dos sentidos, os animais, a alimentação, a saúde, a terra, o universo, a água, o solo, a germinação, plantas, ar são alguns temas que devem ser dialogados durante as docências com as infâncias, que são diversas no território brasileiro.

Aspectos sobre o primeiro artefato que compõem o Produto Educacional: O Livro de Berta

Berta da Silva Sousa com “s” e Toni Cleito da Silva Sousa com “s” foi uma forma divertida de apresentarmos as variações da escrita da língua portuguesa. O sobrenome do Toni Cleito diz respeito aos cuidados e proteção aos animais.

Ao evidenciarmos os sobrenomes da família “Sousa” com “s” representamos muitos nomes, bem como resquícios da colonialidade brasileira e a inclusão de nomes na cultura brasileira. Os “Sousas” com “s” representam, também, a genealogia familiar com seus traços genéticos de ancestralidade.

Berta se aproxima de Bertha Lutz na luta e valorização pelos direitos das mulheres, bem como a garantia do voto. A Berta aqui representa a luta pelo direito à vida, às infâncias e à diversidade.

Na apresentação da paternidade de Toni Cleito apresenta-se como “filho do Boto”. Tal fato se deu por dois motivos. Para abrir caminhos para o estudo sobre as lendas da região Norte do Brasil e, para tratarmos de assuntos referentes a paternidade no âmbito científico e social, abordando os aspectos reprodutivos, genéticos, do abandono e outras questões reais de nossa sociedade, permeada por muitas mães solas-aquelas que criam seus filhos sozinhas.

A maioria das personagens são mulheres, por valorizarmos as vozes femininas. Em especial, em um momento em que convivemos com o feminicídio exa-

cerbado, vale a pena inserir mulheres pretas como protagonistas nas contações de histórias e na busca por igualdade de oportunidades e humanidades.

Existem muitas curiosidades, porém o livro está aberto a diálogos, discussões e interpretações diversas. Tencionamos colaborar com as docências para as infâncias. Que “No Mundo de Berta” seja uma forma de contar nossas histórias e encantar por meio das ciências. Incentivamos as diversas leituras nas infâncias, em especial aqueles que contam as histórias das infâncias quase nunca retratadas nas imagens dos livros, aquelas que, mesmo com o estatuto da criança e do adolescente ainda vivem sem direitos à vida, a educação, à saúde e à dignidade. “No Mundo Berta” se propõe a isso, comunicar ciências por meio das histórias, escritas e desenhadas no livro.

Considerações parciais

O Doutorado Profissional exige uma prática atrelada à teoria, um processo que se desdobra na pesquisa e caminha com ela do nascimento do tema a aplicação do Produto Educacional. As leituras constantes, a observação no campo, a ação na sala de aula, com alunos da primeira etapa da Educação Básica, conduziu-nos ao seguinte questionamento: Como ensinar temas das Ciências Naturais a partir da contação de histórias plurais para a educação infantil, com a incorporação das exigências da Lei 11.645/08?

Diante disso, objetivamos propor uma abordagem pedagógica para ensinar temas das Ciências Naturais a partir da contação de histórias plurais para as crianças; além de oportunizar o ensino de ciências para as infâncias a partir da Lei 11.645/08 (Brasil, 2008), abarcando textos das literaturas indígenas, negro-brasileiras, afro-brasileiras, folclóricas e contos de fadas.

Na maioria das vezes, no ambiente escolar, as histórias são contadas no viés pedagógico, sem maiores ampliações para a reflexão sobre o pensar cotidiano. Sinalizamos a intencionalidade de ampliar as contações de histórias para o contexto

crítico-social, onde os textos podem dialogar com a vida em sociedade e os dilemas enfrentados pelos grupos sociais, como pandemia, prevenção e promoção da saúde, apresentados a seguir:

[...] semeiem histórias das matas, das florestas brasileiras, das extinções das onças, dos jacarés nos pantanais, das sucuris, dos lobos guarás, das infâncias escondidas nas palafitas, nos morros, becos e avenidas dos Brasis. (Lima; Anjos, 2021).

Ao apresentarmos os Brasis, abrimos caminhos para os diálogos com temas que permeiam os dilemas sociais, bem como o acesso e garantia dos direitos à saúde e as vacinas em tempo de pandemia. A valorização, preservação e garantia do direito à vida é um dos temas propostos no livro.

Percebemos tal lacuna nas nossas próprias práticas docentes e nas de nossos colegas, tanto no planejamento como na ação, as ciências ficavam sempre de lado. Atuando e pesquisando sobre a contação de histórias, percebemos a possibilidade de diálogos interativos de compreensão e interpretação para a efetivação do ensino criativo e dinâmico nas ciências.

Os temas das ciências estão presentes nas histórias, no cotidiano, nas observações, na passagem do tempo, da germinação até à floresta de Adansônia, nas curvaturas dos cabelos crespos, nos tons de pele, nas interferências do homem na natureza, nos usos das novas tecnologias e na sua exploração.

Encontramos nas histórias elos de africanidades, de valorização étnico-racial, de resistência e luta pela igualdade de oportunidades e respeito às diversas culturas. Resistências apresentadas nas histórias que nos unem para resolvermos problemas criados pelos seres humanos. Salientamos que contamos histórias, não “historinhas” no grau diminutivo. Elas são criticizadas e enunciadas de um lugar de resistência não romântico, não ingênuo e simplista. Resistimos em contar as nossas histórias como um direito outorgado pela Lei n. 10.639/03, alterada pela n. 11.645/08 (Brasil, 2008).

A riqueza de contar histórias é fornecer elementos de arte afetiva, crítico-social, que exercita os sentidos, pode tratar da preservação da vida, valores sociais, cuidado com natureza, com o corpo, a proteção e prevenção da saúde Física e mental dos seres humanos. É um resgate e perpetuação de memórias coletivas e individuais que são fundamentais para a construção dos saberes que vão do senso comum ao conhecimento científico.

Com as histórias dialogamos e navegamos por profundezas imaginárias, alcançamos voos demarcados por idas e vindas que proporcionam retornos e renovos, com novas folhagens, cores e novos brilhos, alicerçados pelos ciclos estacionais, que embora sejam seculares, não deixam de lapidar as trocas ocasionadas pela evolução dos voos.

Para voar com as histórias é preciso do outro, do outro ouvinte, do outro livro, do outro olhar e da ação. E juntos, ir aumentando um ou dois pontos, em diálogo coletivo tendo em vista a construção de sentidos sobre as dicotomias contemporâneas marcadas pelo ter em detrimento do ser, pela segregação racial, pela desigualdade que culmina na violência urbana, na fome, no desemprego, na exploração infantil entre outros.

Selecionamos a partir de estudos e práticas cotidianas em nossas contações de histórias dentro e fora do espaço escolar, algumas estratégias de contações de histórias em que o uso de técnicas específicas poderá contribuir para alcançar vários objetivos propostos.

As leituras realizadas, as observações e escolhas de livros sobre os temas de ciências e a proposta da contação de histórias para fortalecimento do ensino, encaminhou-nos ao Mundo de Berta que representa um processo de inquietações e observações vivenciados por muitos anos.

“No Mundo de Berta” não surge por acaso, ele surge como produto coletivo de resistência e valorização de ciências, etnias, brasilidades contadas por meio das histórias. Berta, a primeira personagem, representa as infâncias e suas singularidades com voz e potência.

A imagem de uma criança preta permite um lugar de enunciação em que raça, gênero e classe social entrecruzam com os temas referentes ao acesso e apropriação igualitária e equalizadora dos saberes. Toni Cleito, o animalzinho de estimação de Berta representa os animais, temas de relevância nas ciências para as infâncias. Kaiodê, irmão de Berta, representa as infâncias com ascendência das comunidades originárias. Dessa forma, todos as personagens, seus nomes e ilustrações foram planejadas para que as ciências para as infâncias fossem dinamizadas de maneira criativa com o livro “No Mundo de Berta”.

Pretendemos fortalecer as práticas docentes por meio das treze histórias inscritas no livro “No Mundo de Berta. Insistimos na proposta de educação emancipatória e engajada em que as histórias estão permeadas de ciências, basta encontrá-las e fortalecê-las com o ensino.

Referências

ABRAMOVICH, Fanny. **Literatura infantil, gostosuras e bobice**. 5. ed. São Paulo: Scipione, 2009.

ALMEIDA, Mariléa de. **Blogs da Ciência da Universidade Estadual de Campinas Mulheres na Filosofia**, v. 7, n. 2, 2021, p. 21-33. Disponível em: Blog Mulheres na Filosofia (unicamp.br) Acesso em: 05 nov. 2021.

BAKHTIN, Mikhail. **Estética da criação verbal**. Introdução e tradução do russo de Paulo Bezerra. 6. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011.

BRASIL. **Lei n. 10.639**, de 9 de janeiro de 2003. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.639.htm. Acesso em: 8 set. 2021.

BRASIL. **Lei n. 11.645**, de 10 de março de 2008. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Lei/L11645.htm. Acesso em: 19 jun. 2008.

EVARISTO, Conceição. A Escrivivência e seus subtextos. *In*: DUARTE, Constância Lima; NUNES, Isabella Rosado (org.). **Escrivivência**: a escrita de nós. Reflexões sobre a obra de Conceição Evaristo. Ilustração de Goya Lopes. Rio de Janeiro: Mina Comunicação e Arte, 2020. p. 26-46.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 62. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2019.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 73. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2020.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GOMES, Nilma Lino. Trajetórias escolares, corpo negro e cabelo crespo: reprodução de estereótipos ou ressignificação cultural? **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, n. 21, p. 1-13, set./dez. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbedu/a/D7N3t6rSxDjmrXrHf5nTC7r/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 23 set. 2021.

HOOKS, bell. **Ensinando a transgredir**: a pedagogia como prática da liberdade. Tradução de Marcelo Brandão Cipolla. 2. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2017.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **A Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. 2. ed. Rio de Janeiro: E.P.U., 2018.

SALES, Danielle; ANJOS, Maylta Brandão dos; RÔÇAS, Giselle. Quem conta um conto... reconhecendo as potencialidades da contação de histórias para o ensino de ciências. **Polyphonia**, v. 30, n. 1, p. 1-16, jan./jun. 2019. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/sv/article/view/60201>. Acesso em: 16 set. 2021.

SISTO, Celso. **Textos & pretextos sobre a arte de contar histórias**. 3. ed. Belo Horizonte: Aletria, 2012.

RIZZATTI, Ivanise Maria *et al.* Os produtos e processos educacionais dos programas de pós-graduação profissionais: proposições de um grupo de colaboradores. **ACTIO**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 1-17, maio/ago. 2020. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/12657/7658>. Acesso em: 18 ago. 2021.

Capítulo 10

Inclusão digital, as TIC e o ensino de ciências/física: pandemia, desafios e iniciativas de solução

Aline Miguelis Falcão Magalhães
Isa Costa

Introdução

Historicamente, tem sido observado que os problemas educacionais são resolvidos a longo prazo, logo termos no país Lei de Diretrizes e Bases (LDB) em 1961 (Constituição de 1937), em 1971 (Constituição de 1937) e em 1996 (Constituição de 1988). Mas quando se trata de uma situação de crise, emergencial, a solução carece surgir com criatividade, empenho e dedicação, principalmente dos atores que se encontram na etapa final do processo educativo, ou seja, docentes e discentes. Este é o panorama que temos vivenciado desde o início da pandemia da Covid 19 (Silva; Almeida, 2020). Desde então, os sistemas educacionais foram surpreendidos com a falta de um planejamento mais incisivo na questão da inclusão digital que deveria começar tanto nos cursos de formação inicial de professores (Normal/Pedagogia e Licenciaturas), quanto nos de formação continuada (Pós-Graduação Lato e Strictu Sensu para professores em exercício). Em particular, experienciamos a problemática em uma Licenciatura em Física, em um curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Natureza e também em um curso de capacitação de técnicos de nível médio da Marinha do Brasil.

Quando voltamos no tempo, percebemos que a inclusão digital vem sendo considerada há algum tempo pelos órgãos que contribuem e ditam normas sobre a educação no país, como a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) e o Ministério da Educação (MEC):

A UNESCO acredita que as TIC podem contribuir para o acesso universal à educação, a equidade na educação, a qualidade de ensino e aprendizagem, o desenvolvimento profissional de professores, bem como melhorar a gestão, a governança e a gestão educacional ao fornecer a combinação certa e organizada de políticas, tecnologias e capacidades. (Unesco, s/d).

Como indicada na LDB (BRASIL, 1996), a educação digital foi formalizada com a criação do Programa Nacional de Informática na Educação (PROINFO), como relata Rossi (2015, p. 17):

Em 1997 foi criado pela Secretaria de Educação a Distância do Ministério de Educação (MEC) o Programa Nacional de Informática na Educação (PROINFO) com o objetivo de introduzir a tecnologia de informática na rede pública de ensino. Implantado em abril de 1997, pela Portaria no 522 do MEC, busca a promoção do uso pedagógico da informática na educação, no ensino fundamental e médio das escolas públicas. O projeto oportunizou às escolas o avanço de ambientes informatizados e também aderiu ao programa TV Escola, dando acesso aos professores e alunos a novas formas de ensinar e aprender. O PROINFO é o programa que vigora nas escolas brasileiras e tem por função trabalhar de forma conjunta com os Núcleos de Tecnologias Educacionais (NTE). Esses núcleos são compostos por professores e profissionais com formação em tecnologia, sendo a referência para o desenvolvimento científico e tecnológico, visando uma educação para a criatividade e autonomia através da exploração e utilização da tecnologia.

Mais recentemente, as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) são indiretamente confirmadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio, ao apresentar em seu texto:

Subjacente a todas essas finalidades, o Ensino Médio deve garantir aos estudantes a *compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos*, relacionando a teoria com a prática. Para tanto, a escola que acolhe as juventudes, por meio da articulação entre diferentes áreas do conhecimento, *deve possibilitar aos estudantes*:

- compreender e utilizar os conceitos e teorias que compõem a base do conhecimento científico-tecnológico, bem como os procedimentos metodológicos e suas lógicas;
- conscientizar-se quanto à necessidade de continuar aprendendo e aprimorando seus conhecimentos;
- apropriar-se das linguagens científicas e utilizá-las na comunicação e na disseminação desses conhecimentos; e
- *apropriar-se das linguagens das tecnologias digitais e tornar-se fluentes em sua utilização.* (Brasil, 2018, grifo nosso).

E a temática da inclusão digital está intrinsecamente ligada às TIC (Silva, 2017). No âmbito da Comunicação, as iniciativas educacionais remontam ao rádio e televisão, como exemplificam as autoras:

No caso específico do uso do rádio, objeto da presente pesquisa, a Rádio Sociedade do Rio de Janeiro, primeira emissora regular brasileira, surgiu em 1923 com o objetivo de “levar a cada canto um pouco de educação, de ensino e de alegria”. (Andrelo, 2012, p. 140).

No caso da TV Escola, a proposta original se baseava na demanda potencial de formação aberta e flexível (sem certificação) e na oferta de um elenco grande e variado de programas, entre os quais os professores escolheriam livremente aqueles que atenderiam mais adequadamente a suas necessidades. (Belloni, 2013, p. 291).

Nosso objetivo neste trabalho é o de refletir sobre a importância da inclusão digital, a falta que ela está fazendo no momento de crise pandêmica e como o problema está sendo contornado no nosso universo de atuação: a formação inicial de professores de Física, a formação continuada no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Natureza e a capacitação em nível médio de marinheiros da Marinha do Brasil. Realizamos uma pesquisa bibliográfica sobre a temática e complementamos a pesquisa com nossas vivências acadêmica e pedagógica.

Nos itens a seguir detalharemos o que a literatura especializada disponibiliza sobre as TIC no campo do ensino de Ciências/Física, nossas incursões na exploração das TIC para promover a inclusão digital nos nossos campos de atuação e quais as nossas expectativas para o futuro próximo.

As TIC no Ensino de Ciências/Física

De acordo com a BNCC, a Física está inserida no Ensino Médio na área do conhecimento das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, juntamente com Química e Biologia. Esse fato nos leva a entender que a perspectiva do uso de tecnologias está intrínseca na efetivação do seu ensino e também, como consequência, na formação inicial do profissional inter-multidisciplinar que nele deverá atuar. Desde a aprovação da BNCC e do Novo Ensino Médio, medidas de atualização da formação desse profissional têm sido esperadas para efetivar sua implementação nas Licenciaturas e escolas. Isso se constitui no grande desafio educacional da atualidade. Enquanto não chega à solução para esse problema, observamos na literatura vários exemplos de apoio e aplicação das TIC no ensino de Ciências/Física (Feitosa, 2015; Martines, 2018; Moran, 2017).

Para deixar bem claro o que entendemos por essas TIC, devemos levar em consideração alguns fatos importantes:

- i) vivemos a era da informática/computação desde o início dos anos 1990, quando o computador entrou na casa de boa parte da população do país;

ii) as gerações nascidas a partir de então ficaram cada vez mais familiarizadas com os recursos digitais, cujos dispositivos foram se multiplicando e sendo disponibilizados a crianças cada vez mais jovens;

iii) as escolas e universidades não acompanharam a exploração dos recursos digitais em sala de aula na mesma velocidade que foram sendo utilizados fora da sala de aula;

iv) as pesquisas em ensino de Ciências/Física indicam que a aprendizagem ocorre de forma significativa quando o aluno está motivado a aprender um conteúdo relacionado ao seu cotidiano;

v) a Física carece de ter atividades experimentais nas escolas sem espaço e material específico para sua realização;

vi) a pandemia da COVID-19 acelerou a necessidade de as TIC serem utilizadas nas redes de ensino (Pascoalino, 2021).

Para atender aos fatos citados, encontramos as TIC que se manifestam na forma de:

- plataformas de ensino, para uso em computadores, *tablets* e celulares, tais como: Moodle; Google *Classroom*, amplamente usadas. Algumas outras, criadas por empresas especializadas no assunto, tais como o Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB);¹⁶
- simuladores, como PhET, Modellus, *Tracker* (Fontes, 2019), GeoGebra, Algodoo, *Go-Lab*, que podem ser acessados pelo *Google*;

16 Disponível em: <https://cieb.net.br/>.

- laboratórios remotos, usados ainda em pequena escala em universidades e disponibilizados por algumas no Brasil, como: RExLab/UFSC;¹⁷ RLab/UFLA;¹⁸

- realidades virtual e aumentada, apesar de terem sido introduzidas no ensino desde o século passado (Fiolais; Trindade, 1996), no Brasil têm sido tema de pesquisa (Sousa, 2015) e estão ainda distantes de nossos bancos escolares em larga escala, com iniciativas pontuais (Sesi/Senai, 2019).

Nossa pesquisa bibliográfica revelou que há um maior volume de iniciativas de uso de simuladores. Faz-se ainda necessário enfrentar o desafio de serem desenvolvidas aplicações de laboratórios remotos e realidade virtual, que dependem de maior investimento em condições técnicas computacionais e de formação continuada de professores.

Inclusão Digital na Licenciatura em Física UFF antes e durante a pandemia

Esclarecemos que na Licenciatura em Física-UFF podemos relatar o que tem ocorrido no componente curricular Produção de Material Didático e Estratégias para o Ensino de Física I, ministrado no 3º período do Curso, com 6 horas semanais. Sua estrutura de realização, como o próprio nome diz, envolve debates sobre as variadas metodologias de ensino propostas em pesquisas e também oficinas em grupo, para produção de material teórico-experimental para aplicação nos ensinos Fundamental e Médio.

Desde antes da pandemia fazíamos sondagem com os estudantes sobre seu acesso à Internet em casa e criávamos grupo de WhatsApp, para fazermos contato

17 Disponível em: <https://rexlab.ufsc.br/>.

18 Conferir em Dias (2020) no Portal da Ciência-UFLA.

sobre os acontecimentos da disciplina, esclarecer dúvidas, compartilhar eventuais problemas e suas soluções. Nossa observação ao longo do tempo foi de que o acesso à internet em casa foi aumentando rapidamente, e só constatamos 1 aluno que não usava ou possuía celular, ao longo de 8 semestres.

Com a instalação da pandemia, essa sondagem se tornou crucial. E com ela, observamos que cerca de 65% dos estudantes possuíam computador individual para participar das aulas; outros compartilhavam com familiares ou usavam *tablet* e até mesmo celular próprio.

Para efeito do desenvolvimento das atividades na disciplina antes da pandemia, as TIC mais utilizadas eram o acesso à internet para pesquisa de bibliografia, o *smartphone* para uso de WhatsApp e gravação em vídeo de experimentos realizados em sala de aula.

Durante a pandemia, as TIC se tornaram elementos vitais para que a disciplina acontecesse. A parte experimental ficou dividida entre 2 tipos de atividades: pesquisa de experimentos e vídeos de experimentos para serem relatados e discutidos nos encontros síncronos pelo *Google Meet*; e gravação de montagens de experimentos planejados em grupo, ou reproduzidos/adaptados de outros indicados na bibliografia.

Nos 3 semestres já ministrados com essa dinâmica, percebemos que os estudantes aproveitam muito dos encontros em grupo, assíncronos, também pelo *Google Meet*, para planejar e realizar tarefas; isto é o que os licenciandos/das têm expressado nas autoavaliações da disciplina.

Inclusão Digital no PPECN-UFF antes e durante a pandemia

No Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza (PPECN), antes da pandemia o uso das TIC era mais evidente em uma das linhas de pesquisa oferecidas: relativa a Recursos Computacionais para o ensino de Física e Química. Com a reformulação curricular, vigente a partir de 2019, passamos a ter na Linha de Pesquisa 2: Práticas Educativas no Ensino de Ciências, o Projeto

2: Recursos Midiáticos para o Ensino de Ciências. Além disso, há uma disciplina obrigatória para cada uma das 3 áreas do conhecimento contempladas pelo Curso: Instrumentação do Ensino, para Física, para Química e para Ciências, nas quais é bem explorado o uso das TIC. Para complementar as iniciativas de estimular a inclusão digital na Escola Básica, ainda temos a produção de dissertações com esse enfoque. Como exemplo, podemos citar Magalhães (2019), Figuras 1 e 2.

Figura 1 – Box de Termologia no Moodle para alunos da Marinha



 **TERMLOGIA**

Olá Turma Manobra! Bem vindos à Unidade de Termologia.

Nesse espaço estarão disponíveis as instruções deixadas pelo tutor ao início de cada novo tópico. Leia com atenção e bons estudos! Para ver a Marinha em realidade aumentada acesse o site www.techdog.com.br/marinha, baixe o aplicativo no seu celular ou tablet e siga as orientações contidas no arquivo em PDF neste box. Um grande abraço, 1T (RM2-T) Aline Miguelis.



-  [Vídeo de boas vindas com instruções](#)
-  [Fórum de Dúvidas](#)
-  [Fórum de notícias](#)
-  [Marinha em realidade aumentada](#)
-  [Agenda](#)

Fonte: elaboração das autoras.

Figura 2 – Box de Calorimetria no Moodle para alunos da Marinha

2  **Calorimetria**

Pontuação total deste box: 20 pontos

- Fórum Colaborativo - Experimento Virtual: 2 pontos
- Exercícios: 3 pontos
- Chat: 15 pontos

[Resumo da Aula 2](#)

[Resumo da Aula 2](#)

[Exercícios \(3 questões\)](#)

[Experimento Virtual - Estados da Matéria](#)

[Fórum Colaborativo - Experimento Virtual](#)

[Como fazer gelo seco com extintor](#)

[Efeito Leidenfrost](#)

[Chat - 03/08 \(15 hs às 16 hs\)](#)

[Chat - 04/08 \(16 hs às 17 hs\)](#)

[Chat "tira-dúvidas" - 18 hs às 19 hs](#)

Fonte: elaboração das autoras.

Essa dissertação trouxe como produto educacional uma proposta de sequência didática elaborada para uso no Ambiente Virtual de Aprendizagem Moodle, na modalidade *Blended Learning* (aprendizagem híbrida), com o objetivo de tornar o ensino de Física mais atrativo por meio da inclusão digital e aprendizagem colaborativa no ciberespaço, potencializando o processo de ensino-aprendizagem.

Com a instalação do ensino remoto em 2020, a necessidade das TIC tornou-se fundamental. E isso tem estimulado muito o uso de vídeos e simuladores nas aulas, o que repercute na prática docente dos mestrandos, muito embora já estejam trabalhando no ensino híbrido ou totalmente presencial.

Inclusão Digital na Marinha do Brasil antes e durante a pandemia

Ao longo do curso de especialização técnica presente na carreira dos marinheiros da Marinha do Brasil existe a necessidade de constantes revisões acerca dos conteúdos das disciplinas estudadas por eles no Ensino Básico e nas Escolas de Aprendizes-Marinheiros, tais como Matemática, Física, Língua Portuguesa e Língua Inglesa, o que compromete a carga horária destinada ao referido curso. Nesse contexto, a busca por melhorias no processo educacional foi necessária, uma vez que o aprimoramento técnico não atinge os objetivos esperados e mantém-se em um nível muito superficial, quando poderia ser mais proveitoso e aprofundado, preparando os aprendizes por meio de bases mais sólidas e auxiliando no desenvolvimento de habilidades e competências fundamentais para o profissional do século XXI, características da Indústria 4.0, tais como: resolução de problemas complexos, domínio das tecnologias, flexibilidade cognitiva e inteligência emocional e social.

A 4ª Revolução Industrial ou Indústria 4.0 é um conceito que representa a consequência de todos os avanços científicos e tecnológicos decorrentes desde a 1ª Revolução Industrial no século XVIII, com o advento da máquina a vapor e mecanização da produção, culminando com o emprego da automação, robótica e eletrônica nos processos industriais, durante o século XX, na 3ª Revolução Industrial. O conceito de Indústria 4.0 foi utilizado pela primeira vez em 2011 na Alemanha, durante uma feira tecnológica que teve o propósito de reunir cientistas, políticos e empresários, no sentido de trazer modernizações aos processos já automatizados e grandes impactos nos modelos produtivos, focando na redução de custos, controle mais rigoroso da qualidade e sustentabilidade (Assad Neto, 2018).

Com o objetivo de preparar os futuros profissionais do século XXI, que estarão imersos neste mercado de trabalho tão dinâmico e globalizado, cercado de desafios e tecnologias cada vez mais complexas, tal como a inteligência artificial, já utilizada largamente na Indústria, surge a Educação 4.0, onde o aluno é estimulado por meio de ferramentas e metodologias ativas em sua busca pessoal como

autor do próprio conhecimento e o professor passa a exercer um importante papel de curador de conteúdos e mediador do processo de ensino-aprendizagem (Noemi, 2019). Dentre as metodologias ativas mais utilizadas, já citamos a *Blended Learning* e temos também a *Problem Based Learning* (PBL) (aprendizagem baseada em problema), como uma estratégia na qual os estudantes trabalham com o objetivo de solucionar um problema real ou simulado a partir de uma situação contextualizada (Cònsolo, 2020).

Diante das mudanças provocadas pela Educação 4.0, completamente influenciada pelas TIC, o desenvolvimento de habilidades e competências é primordial para a inserção do aluno da era digital no mercado de trabalho, que também conta com mudanças significativas resultantes da Indústria 4.0 (Perasso, 2016). Nesta nova forma de educação para a vida, os alunos são estimulados a buscar o conhecimento por meio da cocriação, explorando o saber coletivo e valorizando as técnicas colaborativas de aprendizagem.

O ensino militar-naval é baseado no Referencial de Competências Profissionais do Marinheiro, uma publicação interna da Marinha do Brasil onde são estabelecidas todas as habilidades e competências necessárias ao cumprimento das tarefas e desempenho das funções, sendo a formação continuada um fator determinante para as promoções ao longo da carreira.

Cabe ressaltar que a referida publicação, elaborada e aprovada para utilização nas escolas militares, foi feita com base nas habilidades e competências definidas na BNCC do Ensino Médio, como uma forma de orientar a preparação dos alunos não somente para o ensino profissional, mas também para a vida, conforme definido em Brasil (2018):

Ao se orientar para a construção do projeto de vida, a escola que acolhe as juventudes assume o compromisso com a formação integral dos estudantes, uma vez que promove seu desenvolvimento pessoal e social, por meio da consolidação e construção de conhecimentos, representações e valores que incidirão sobre seus processos de tomada de decisão ao longo da vida.

O referencial teórico utilizado como base para o trabalho em questão foi fundamentado na teoria do desenvolvimento cognitivo e no conceito de currículo em espiral de Jerome Bruner (1973), onde os conteúdos são retomados em diferentes níveis, do mais superficial ao mais aprimorado em diferentes estágios de aprendizagem, tal como ocorre nos cursos de carreira dos militares: primeiro a especialização e depois o aperfeiçoamento dentro da profissão que exercem na Marinha do Brasil. Como afirmam Goi e Santos (2018, p. 326):

O processo de aprendizagem se constrói ao longo do tempo e a ideia de currículo em espiral possibilita esse processo. É através do currículo em espiral que podemos voltar às ideias iniciais, partindo do conhecimento mais simples para o mais complexo, permitindo que os alunos consigam fazer esta trajetória várias vezes até sentirem-se seguros dos seus aprendizados.

Em relação ao objetivo das habilidades e competências, a BNCC está alinhada à Teoria de Bruner, como sugere Brasil (2018):

O conjunto das competências específicas e habilidades definidas para o Ensino Médio concorre para o desenvolvimento das competências gerais da Educação Básica e está articulado às aprendizagens essenciais estabelecidas para o Ensino Fundamental. Com o objetivo de consolidar, aprofundar e ampliar a formação integral, atende às finalidades dessa etapa e contribui para que os estudantes possam construir e realizar seu projeto de vida, em consonância com os princípios da justiça, da ética e da cidadania.

Como todos os militares envolvidos precisam cumprir a etapa de especialização ao mesmo tempo e trata-se de uma turma numerosa, com o quantitativo de 1.000 alunos por ano aproximadamente, distribuídos em Organizações Militares em todo o território nacional, o curso foi oferecido no ano que antecede o curso técnico (como projeto piloto ofertado em 2018), na modalidade Educação a Distância (EAD), pois durante este período os marinheiros encontram-se embarcados cumprindo a fase de qualificação para o serviço na Marinha.

Os alunos eram os mais conscientes acerca do problema educacional em questão, pois conheciam suas deficiências de aprendizagem e procuravam os professores em busca de auxílio para uma melhor compreensão daquilo que era ensinado. Sobre os estilos de aprendizagem, é possível perceber que o público-alvo era bem diversificado; tínhamos alunos extremamente práticos, dotados de grande facilidade em associar a teoria com a experiência cotidiana, assim como os que preferiam a “decoreba”, para garantir uma nota elevada nas avaliações.

Em relação à disciplina de Física, objeto de estudo neste trabalho por estar presente em quase todas as profissões envolvidas, foi possível verificar que a grande maioria dos alunos não conseguiam perceber que o aparato conceitual visto em sala de aula também podia ser verificado no exercício prático diário de suas profissões, comprometendo a aprendizagem de muitas formas. Os alunos já conheciam (ou pelo menos deveriam conhecer!) os principais conteúdos das disciplinas citadas anteriormente, em nível básico, necessitando de aprofundamento para chegar ao nível técnico, tal como é abordado na “espiral do conhecimento”, conforme abordado previamente, onde os conhecimentos anteriores eram retomados em níveis mais aprofundados.

O ambiente de trabalho onde essas habilidades e competências foram desenvolvidas englobou a manutenção dos navios, conserto de equipamentos, missões nacionais e internacionais, situações que demandavam tomadas de decisão para a solução de conflitos etc.

Foram disponibilizados para o projeto quatro tutores-conteudistas (um por disciplina), um designer instrucional e dois *webdesigners*. O regime de trabalho adotado foi de oito horas diárias, quarenta horas semanais. Acredito que a maior restrição tenha sido a quantidade reduzida de tutores-conteudistas para atender as demandas dos 1.100 alunos, com o desafio de criar conteúdo e realizar a tutoria, respondendo dúvidas e pensando em soluções educativas. Por falar em restrições, como a Marinha tem o ambiente virtual Moodle já homologado, tornou-se inviável utilizar um outro ambiente virtual de aprendizagem, talvez com mais recursos e possibilidades para a criação dos cursos.

Um outro aspecto a ser considerado é que vários recursos são bloqueados nos sítios da Marinha, por uma questão de Segurança da Informação, não sendo possível baixar programas e ferramentas livremente, para que as normas estabelecidas fossem cumpridas. Também existe uma preocupação sobre propriedade intelectual acerca do material produzido e direitos de imagem e conteúdo digital. O prazo para a implementação enquanto requisito de carreira foi de três anos (2018-2021), estimando-se o mesmo período para o alcance dos primeiros resultados. Por fim, ainda existe uma barreira em relação aos desafios encontrados nos cursos ministrados na modalidade EAD, principalmente em uma Instituição tradicional onde o ensino presencial é privilegiado e muito cobrado, mas é preciso considerar novas possibilidades.

Diante do exposto, foi recomendada como ação estratégica a criação de um curso na modalidade EAD que pudesse, por conta de suas características gerais e específicas, proporcionar revisão de conteúdos básicos (no caso deste trabalho foi escolhida a disciplina de Física, por estar presente na maioria das profissões envolvidas) em período anterior à etapa de especialização técnica, utilizando o ambiente virtual de aprendizagem Moodle, por ser gratuito e já utilizado largamente na Marinha.

Em 2020, logo que foi decretado o início da pandemia, muitas adaptações foram necessárias para que os cursos em andamento não fossem completamente interrompidos, uma vez que as aulas presenciais foram canceladas por tempo indeterminado e isto poderia trazer sérios prejuízos aos cursos de formação. Nesse contexto, a solução encontrada foi explorar a modalidade EAD, por meio da utilização do Moodle e seus recursos, já utilizados largamente na condução de cursos da Marinha do Brasil.

Foi necessário que os professores se reinventassem para dar prosseguimento às aulas *online*, com produção de material didático apropriado (diferente daquele empregado nas aulas presenciais), utilização de ferramentas para o ensino e gravação de videoaulas, no sentido de buscar novos caminhos para levar o conhecimento e facilitar o entendimento das disciplinas para os alunos perdidos em

meio ao caos estabelecido e tantas incertezas, uma situação bem impactante para todos os envolvidos neste cenário de crise mundial. Nesse contexto, Oliveira *et al.* (2020, p. 6) afirmam que:

O retorno a sala de aula ocorrerá de um modo completamente distinto e é utopia pensar que o processo de ensino-aprendizagem será retomado no ponto em que foi deixado quando as atividades escolares foram interrompidas. Diante desse cenário, instituições, professores e alunos entraram em contato com uma nova forma de ensino, o que resultou em muito imprevisto na tentativa de implementar algum nível de ensino remoto. (Oliveira *et al.*, 2020, p. 6).

Em um primeiro momento, muitas dificuldades foram encontradas, desde a falta de intimidade de alguns dos professores com a tecnologia, problemas com cadastro de alunos e senhas perdidas, além de problemas técnicos ocasionados pela grande demanda em busca dos recursos presentes na plataforma de ensino, a qual, de uma hora para outra, precisou suportar uma quantidade enorme de acessos dos alunos, dos professores e da equipe de orientação pedagógica, sendo explorado no limite de sua capacidade de trabalho.

Considerações finais

Neste capítulo fizemos um relato sobre como docentes universitários e mestranda em exercício em curso militar de nível médio podem contribuir para a inclusão digital de licenciandos/das em Física, e militares de nível médio, até mesmo sem muito investimento por parte dos gestores dos estabelecimentos de ensino, ou das várias instâncias de governo. Citamos recursos de TIC que podem ser implementados sem necessidade de capacitação especial e esperamos ter provocado nos leitores a vontade de se apropriarem das competências para trabalhar com o material sugerido. Acreditamos que as dificuldades são vencidas quando há o firme propósito de o professor fazer seu trabalho adequado ao momento

vivenciado pelos alunos, tornando-os protagonistas de sua aprendizagem. Com isso não queremos dizer que devemos nos acomodar ao status quo e sim continuarmos em luta por uma escola/Universidade que ofereça um ensino de boa qualidade, contextualizado ao ambiente contemporâneo.

As iniciativas relatadas atingiram os objetivos traçados na concepção da pesquisa, quais sejam: refletir sobre a falta da inclusão digital na educação; relatar como contornamos esse problema em nossos universos de atuação com resultados satisfatórios.

A pandemia evidenciou a necessidade de um planejamento educacional mais rigoroso no país, por meio de políticas públicas que assegurem investimento na capacitação dos professores, de forma que possam trabalhar em consonância com a Educação 4.0, assim como prover recursos à toda a população, já que o panorama atual é de grande desigualdade no que diz respeito à oportunidade de acesso ao ensino remoto e à internet, onde as famílias com melhores condições têm maiores chances de garantir os estudos de suas crianças e jovens.

É preciso buscar um ensino de qualidade para que tanto alunos quanto professores estejam mais alinhados quanto à utilização das novas tecnologias no ensino, uma vez que estamos em um caminho sem volta no que tange à preparação de profissionais para um mercado de trabalho influenciado pela Indústria 4.0 e seus desafios. Mais do que nunca, é necessário um esforço coletivo em prol do investimento em educação, ciência e tecnologia, para que possamos acompanhar as mudanças decorrentes de um mundo interativo e conectado.

Nossas expectativas são de que cada vez mais as TIC serão implementadas nas salas de aula, chegando até às escolas públicas, nas versões que hoje em dia são consideradas sofisticadas, como a realidade virtual e os laboratórios remotos, tendo em vista que a velocidade com que esses recursos evoluem cresce exponencialmente.

Referências

ANDRELO, Roseane. O rádio a serviço da educação brasileira. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, v. 12, n. 47, p. 139-153, set. 2012.

ASSAD NETO, Assis *et al.* A busca de uma identidade para a indústria 4.0. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 4, n. 4, p. 1379-1395, jul./set. 2018.

BELLONI, Maria Luiza. A televisão como ferramenta pedagógica na formação de professores. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 287-301, jul./dez. 2013.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei n. 9394 de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. **O que é a BNCC?** Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>. Acesso em: 12 ago. 2021.

BOCK, Ana Mercês Bahia; FURTADO, Odair; TEIXEIRA, Maria de Lourdes T. **Psicologias: uma introdução ao estudo de psicologia**. 13. ed. São Paulo: Saraiva, 2002.

BRUNER, Jerome S. **O processo da educação**. 3. ed. São Paulo: Nacional, 1973.

CÔNSOLO, Angeles Treitero Garcia. Educação 4.0: onde vamos parar? *In*: GARCIA, Solimar (org.). **Gestão 4.0 em tempo de disrupção**. São Paulo: Blucher, 2020. p. 94-114.

DIAS, Pollyanna. **UFLA é pioneira em laboratório remoto para ensino de Física**. Portal da Ciência da Universidade de Lavras, 21 out. 2020. Disponível em: www.ciencia.ufla.br/reportagens/mercado/655-ufla-e-pioneira-em-laboratorio-remoto-para-ensino-de-fisica. Acesso em: 21 set. 2021.

FEITOSA, Eloi. **TDIC para ensinar e aprender física**. 2015. Trabalho apresentado no XII Congresso Nacional de Educação, Curitiba, 2015. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/18194_10328.pdf. Acesso em: 15 set. 2021.

FIOLHAIS, Carlos; TRINDADE, Jorge A. A realidade virtual no ensino e aprendizagem da Física e da Química. **Gazeta da Física**, Lisboa, n. 19, fasc. 2, p. 11-15, 1996.

FONTES, Adriana da Silva *et al.* A utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação como ferramenta potencializadora no ensino do conceito de queda livre. **Ensino, Saúde e Ambiente**, Niterói, v. 12, n. 3, p. 40-63, dez. 2019.

GOI, Mara Elisângela Jappe; SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos. Contribuições de Jerome Bruner: aspectos psicológicos relacionados à resolução de problemas na formação de professores de ciências da Natureza. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, p. 315-332, 2018.

MARTINES, Regis dos Santos *et al.* O uso das TICs como recurso pedagógico em sala de aula. *In: CIET: EnPED. Anais CIET:EnPED:2018 – Educação e Tecnologias: Aprendizagem e construção do conhecimento.* São Carlos: UFSCar, 2018. Disponível em: [cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article /view/337](http://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/337). Acesso em: 15 set. 2021.

MORAN, José. Como transformar nossas escolas. Novas formas de ensinar a alunos sempre conectados. *In: CARVALHO, M. (org.). Educação 3.0: novas perspectivas para o ensino.* Porto Alegre: Sinepe/RS/Unisinos, 2017. p. 63-87. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2017/08/transformar_escolas.pdf. Acesso em: 15 set. 2021.

NOEMI, Debora. Educação 4.0: entenda o que é e como se adaptar a essa nova realidade. **Escolas Disruptivas**, 14 nov. 2019. Disponível em: <https://escolasdisruptivas.com.br/reecnologiaeducacional/educacao-4-0-entenda-o-que-e-e-como-se-adaptar-a-essa-nova-realidade>. Acesso em: 30 out. 2021.

OLIVEIRA, Eleilde dos Santos *et al.* A educação a distância (EaD) e os novos caminhos da educação após a pandemia ocasionada pela Covid-19. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 52860-52867, jul. 2020.

PASCOALINO, Kelly Cristina da Silva. Metodologias Ativas como facilitadoras do ensino remoto devido a Pandemia de COVID-19: estudo de caso aplicado a alunos do Ensino Médio. **Estudos e Negócios Academics**, Santo André, v. 1, n. 1, p. 45-56, jan./jul. 2021.

PERASSO, Valeria. O que é a 4ª revolução industrial e como ela deve afetar nossas vidas. **BBC News – Brasil**, 22 de outubro 2016. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-37658309>. Acesso em: 15 set. 2021.

ROSSI, Neiva Lourdes. **Inserção das Tecnologias de Informação e Comunicação na Prática Pedagógica.** 2015. 50 f. Monografia (Especialização em Novas Tecnologias na Educação) – Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

SESI/SENAI. **Realidade Virtual em aulas de Física**. Disponível em: [youtube.com/watch?v=mALhwqXbU](https://www.youtube.com/watch?v=mALhwqXbU). Acesso em: 15 set. 2021.

SILVA, Gilberto Francisco da; ALMEIDA, Lucia Maria de. Metodologias Ativas: o uso de tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC) no ensino de ciências. *In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS*, 5., 2020, Campina Grande. **Anais** [...]. Campina Grande: Realize Editora, 2020. Disponível em: <http://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/73164>. Acesso em: 10 nov. 2021.

SILVA, Isabela Nardi da *et al.* Inclusão Digital em Escolas Públicas ataravés de Tecnologias Inovadoras de Baixo Custo no Ensino de Disciplinas STEM. **Renote: Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 1-10, dez. 2017.

SOUSA, Marcelo Clayton de Jesus e. **O uso da realidade aumentada no ensino de física**. 2015. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81131/tde%2021082015%20170850/public/Marcelo_Clayton_de_Jesus_e_Sousa.pdf. Acesso em: 10 set. 2021.

UNESCO. **TIC na Educação do Brasil**. Disponível em: pt.unesco.org/fieldoffice/brazil/expertise/ict-education-brazil. Acesso em: 24 ago. 2021.

Capítulo 11

“Turma da Interação – um trabalho de Química”, elaboração de uma HQ eletrônica sobre funções orgânicas para o ensino médio

Valfrido Monteiro de Carvalho Junior
Carlos Magno Rocha Ribeiro

Introdução

As novas propostas e finalidades do Ensino de Ciências (EC) sugerem a formação de um cidadão crítico, participativo, cooperativo, solidário e que compreenda o seu papel no mundo (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2002, p. 31-34), e para que ocorra essa formação, é preciso repensar no Ensino de Ciências, buscando a melhoria da prática docente (Catarino; Reis, 2021). De forma geral, os documentos brasileiros sobre a educação nacional, como a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Brasil, 1996) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), estão em consonância com essa formação cidadã (Brasil, 2017). Esses documentos apresentam teorias, concepções e metodologias educacionais, além de sugestões de materiais e de ferramentas didáticas complementares, sejam elas analógicas ou tecnológicas, para auxiliar a prática docente. Com isso, o objetivo é que o educando, ao final do Ensino Médio (EM), demonstre o domínio dos fundamentos científico-tecnológicos da produção moderna e do conhecimento das formas recentes de linguagem; enfatizando que os conteúdos devem ser tratados de forma interdisciplinar através da leitura, da escrita, dos desenhos, das tabelas,

dos gráficos, dentre outros, articulados pela proposição, pelas suposições e pelo confronto de ideias com vista à investigação e resolução de problemas.

Lima (2011, p. 61) considera importantes as dimensões da educação, do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura nos currículos do EM uma vez que tais campos não são produzidos independentemente na sociedade, mas sim sob a marca da condição histórico-cultural. Corroborando essa ideia, é possível considerar algumas teorias, como a interdisciplinaridade, que compõe uma das teorias e concepções que fundamentam os documentos da educação, o construtivismo Vigotskiano da teoria histórico-cultural, a teoria das habilidades e competências, a mudança conceitual (conhecimentos prévios) e a formação cidadã (Nunes; Nunes, 2007, p. 109). Nos documentos, há um conjunto de “Estratégias para a Ação docente” articuladas a diferentes ações didáticas, pedagógicas, culturais e sociais, como experimentos, demonstrações, aula de campo e diversificação de materiais ou recursos didáticos, que podem ser exemplificados pelo uso de vídeos, filmes, teatro, histórias em quadrinhos, jornais, livros, computador, Internet, *softwares* educativos, *tablet* e celulares, dentre outros. Considerando o documento da UNESCO (2010, p. 14; 2015, p. 3), a recente BNCC (Brasil, 2017, p. 5-13) também visa à formação humana integral e a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. Contudo, a BNCC propõe ainda dez competências a serem alcançadas, como por exemplo, o pensamento científico, crítico e criativo, a cultura digital, a argumentação com base em fatos e a responsabilidade cidadã, além de acrescentar questões como a formação emocional, os itinerários formativos e a valorização das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), que a partir de agora englobaremos nas TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação).

As TICs não devem ser compreendidas apenas na forma de artefatos tecnológicos, como televisão, cinema, *hardware*, *software*, computadores, *notebooks*, Internet, *tablets*, *smartphones* etc., mas como a união desses artefatos tecnológicos e suas aplicações, promovendo a comunicação, a informação e a interação entre os indivíduos (Souza, 2015, p. 350). Frente a isso, os modelos educacionais pós-Piaget, Vigotski, Wallon, Paulo Freire e outros, que enfatizam a participação colaborativa, o debate e a multidisciplinaridade, se ampliam com os apelos da

cibercultura em contraposição ao modelo de educação tradicional, centrado no professor e caracterizado pela transmissão de conhecimentos via memorização e reprodução (Morais; Andrade, 2009, p. 97). Costa, Duqueviz e Pedroza (2015, p. 604) consideram as TDICs como recursos tecnológicos de ensino e aprendizagem que promovem uma instrumentalização para a mediação Vygotskiana na construção de conhecimentos, portanto, esses tipos de tecnologias não se configurariam somente como recursos tecnológicos educacionais, mas iriam além ao se apresentarem como meio pelo qual a aprendizagem se dá mediada pela ação docente. Assim, ressaltamos que o uso das TICs na Educação não produz um ensino eficaz por si só, pois elas não podem ser vistas como o fim educacional, mas como um meio em que o professor integra os recursos tecnológicos, articulando-os com o currículo e promovendo um ensino mais eficaz (Morais; Andrade, 2009, p. 99). Desse modo, o uso das TICs, como suportes pedagógicos para as disciplinas de Ciências e Química sob o cenário da sociedade tecnológica, pode ser explorado de inúmeras formas pelo professor.

Vergueiro (2018, p. 6-12) propõe a aplicação das histórias em quadrinhos (HQs) para todas as disciplinas, inclusive Química, em virtude do atual fenômeno de sua “invasão” nos dispositivos eletrônicos móveis, como *smartphones*, *tablets*, aplicativos de leituras, redes sociais e outros meios eletrônicos. Para o autor, as HQs fazem parte da cultura e do imaginário de nossa sociedade, especialmente dos jovens, apresentando linguagem simples e atrativa. Esse gênero textual é encontrado cotidianamente em vários espaços, meios e atividades, como na publicidade, em revistas, livros didáticos, jornais, nos *games* e *softwares* educativos, até em provas do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem).

Histórias em quadrinhos, gibis, nona arte, mangá, *comics*, *webcomics* e HQ-trônica são algumas denominações desse gênero textual, registrando-se, desde a pré-história, com desenhos sequenciais nas cavernas (Fagundes; Silva; Silva, 2017, p. 182). Contudo, o formato atual das HQs surgiu no final do século XIX nos jornais americanos com histórias cômicas (Santos; Ganzarolli, 2011), fato que lhes rendeu o nome *comics*, usado até hoje, palavra Inglesa que significa cômico.

Em sua trajetória, as HQs passaram por diversos momentos de valorização e desvalorização, dos formatos analógico (impresso) ao eletrônico, dos variados estilos de roteiros e de personagens, às HQs de cunho educacional ao ideológico-político (Vergueiro, 2018). Referente ao formato eletrônico, destacamos as HQs produzidas no computador em 1985, denominadas *shatter*, e a primeira *webcomics*, intitulada *Witches in Stitches* (Rodrigues, 2015, p. 25). Na década de 90, surgem as primeiras HQs digitais, como *Maus*, distribuída através de CD-ROM, e, a partir dos anos 2000, encontramos HQs publicadas na Internet e posteriormente em aplicativos e redes sociais (Marino, 2017). No Brasil, destacam-se os seguintes fatos e obras, segundo Amaral e Carlos (2013), Rodrigues (2015, p. 25), Santos e Ganzarolli (2011) e Vergueiro (2018, p. 10), as primeiras HQs são publicadas em *As aventuras de Nhô Quim* (1869); a Revista *O Tico Tico* é criada em 1905; a Revista *O Gibi* é lançada no ano de 1939; na década de 1960, Ziraldo e Maurício de Souza destacam-se como os quadrinistas brasileiros mais relevantes do público infantil; nos anos de 1990, o Ministério da Educação inclui as HQs nos livros didáticos; em 1995, é publicada a primeira *webcomics* brasileira, a *Nérd e sua Turma*; as histórias da *Turma da Mônica*, em 2015, ganham aplicativo para leitura em celulares, *smartphones* e *tablets*.

Os oito principais formatos das HQs, segundo Brandão (2018, p. 37-38), são tiras (tirinhas), página dominical, espaço maior do que a tira, fanzine, que são publicações artesanais e independentes, revista em quadrinhos ou gibis, álbum ou novela gráfica (*graphic novel*), mangá, HQs no estilo japonês, fotonovelas e *webcomics*, que são quadrinhos publicados na Internet. Além das *webcomics*, há autores que denominam as HQs em meios eletrônicos (Internet ou CD-ROM) como histórias em quadrinhos eletrônicas, *digital comics* ou ainda e-comics, forma mais utilizada nos Estados Unidos. No Brasil, alguns nomes têm sido apresentados, como HQ interativa, quadrinhos on-line e HQtrônicas, uma contração de HQ eletrônicas (Evangelista, 2015, p. 23).

Segundo Amoreira (2018), as HQs estão em um processo de transposição do analógico para o digital, sendo possível encontrá-las em *websites*, *blogs*, aplica-

tivos, plataformas de vídeos e nas redes sociais. Sua abordagem tem sido diversificada, presente na educação, e tem se mostrado positiva quanto aos aspectos em relação ao processo de ensino-aprendizagem, à motivação e ao interesse do aluno (Amaral; Tavares, 2020). Já Santos, Silva e Oliveira (2016), em um artigo de revisão, destacaram dois pontos: o aumento das publicações sobre o uso das HQs em revistas, a expansão de eventos de Ensino de Ciências (EC) e Ensino de Química (EQ) e o seu potencial educacional e metodológico.

Considerando o contexto abordado, a Educação, a tecnologia e HQs sob à luz da teoria histórico-cultural de Vigotski, bem como as dimensões e a articulação dos elementos essenciais do currículo de Química, como os fatores locais do cotidiano, a cultura, a história, os valores, a literatura, as relações sociais, a tecnologia e as linguagens presentes nas vidas dos alunos (Silveira Júnior, 2016, p. 7-8), elaboramos uma e-HQ (história em quadrinhos eletrônica), buscando utilizá-la como um recurso educativo para a mediação no ensino de funções orgânicas contextualizadas com a Biologia e considerando aspectos socioculturais de alunos do EM.

Desenvolvimento

Este trabalho pode ser considerado uma pesquisa qualitativa e aplicada em ensino de Química, pois visa observar questões envolvendo o sujeito e a sua subjetividade. Ela não é baseada em dados numéricos e busca atribuir significações e soluções de problemas locais (Kauark; Manhães; Medeiros, 2010, p. 26). A pesquisa foi realizada em 2018 e dividida em 3 etapas que serão apresentadas conjuntamente com seus resultados e discussão.

Etapa 1: percepção de interesse do aluno e professor

Inicialmente, procurou-se perceber os interesses de alunos e professores da escola a respeito do uso pedagógico de uma e-HQ para a melhoria do processo ensino-aprendizagem, além de conhecer os recursos educacionais mais utilizados

pelos professores e os que os alunos têm maior interesse. Para isso, foram elaborados dois questionários semelhantes, sendo um para os discentes e outro para os docentes. O questionário dos alunos, com cinco perguntas objetivas, duas semia-bertas e uma discursiva, foi aplicado, antes do uso da e-HQ, para 19 alunos em 16 de maio de 2018. Nele, havia perguntas sobre a frequência, o uso e o interesse sobre os tipos de materiais utilizados pelos professores. No Quadro 1, estão as perguntas e as respostas mais relevantes.

Quadro 1 – Perguntas e respostas do Questionário de Percepção de interesse dos alunos

<i>Nº da Pergunta / Pergunta</i>	<i>Respostas (Nº de respostas / %)</i>
1. Marque quatro materiais, além do quadro branco, que os seus professores mais usam durante as aulas	Livros/Revistas (18/24); Data Show/Slides (18/24); Textos (17/22); Vídeos (16/21); Experimentos (3/4); Jogos (2/3); Audios (1/1); Sites/Internet (1/1)
2. Você acha que estes quatro materiais são legais para aprender os conteúdos das disciplinas que você estuda?	Sim (16/84); Talvez (2/11); Não (1/5)
3. Dos quatro materiais que você marcou, qual você mais gosta?	Data Show/Slides (13/68); Vídeos (3/16); Jogos (2/11); Experimentos (1/5)
4. Agora, independente dos materiais que você marcou na questão 1, isto é, os quatro materiais que os seus professores mais usam durante as aulas, diga quais são os quatro materiais que você gostaria que fossem mais usados durante as aulas	Experimentos (14/18); Simuladores (13/17); Celular/Tablet (9/12); Jogos (9/12); Sites/Internet (7/9); Animações Digitais (5/7); Vídeos (5/7); Data Show/Slides (4/5); Sem resposta (3/4); Revistas em Quadrinhos (3/4); Livros/Revistas (2/3); Áudios (1/1); Computador (1/1).
5. Você gosta de ler Histórias em Quadrinhos, Gibi, Charges, Tirinhas ou Mangás (histórias em quadrinhos, estilo japonês)?	Sim (8/42); Um pouco (8/42); Não (3/15).
6. Você costuma ler Histórias em Quadrinhos, Gibi, Charges, Tirinhas ou Mangás (histórias em quadrinhos, estilo japonês)?	Sim (2/10); Não (7/37); Às vezes (10/53).

continua...

<i>Nº da Pergunta / Pergunta</i>	<i>Respostas (Nº de respostas / %)</i>
7. Alguma vez, um de seus professores usou histórias em quadrinhos, gibi, charges, tirinhas ou mangás para ensinar algum conteúdo?	Sim (8/42); Não (11/58);
8. Imagine uma História em Quadrinhos Eletrônica (digital) para ser lida no celular, tablet ou no computador e que ensinasse algum conteúdo escolar. Você acha que...	Seria Legal (12/63); Acho que seria bom (6/32); Não Seria Legal (1/5).

Fonte: elaboração dos autores.

Antes da aplicação do questionário, foram apresentados os objetivos da pesquisa, além dos alunos serem informados quanto ao sigilo dos dados que seriam gerados, e que a participação seria voluntária.

Podemos dizer, de um modo geral, que os alunos gostam de recursos tecnológicos, mas que são poucos usados durante as aulas. Oliveira e Soares (2008) ressaltam a importância da diversificação de recursos pedagógicos para o ensino de Química e como estes podem despertar maior interesse e melhor aprendizado entre os alunos. Paradoxalmente ao interesse manifestado quanto à leitura de HQs, observamos a baixa frequência de leitura, tal fato pode estar relacionado à pouca quantidade e variedade de HQs na biblioteca escolar ou ao acesso de caráter econômico às revistas comerciais. Apesar da resposta “Sim” ter tido um valor ligeiramente abaixo da metade, pode-se considerar que parte significativa dos alunos vivenciaram a experiência educacional com o uso das HQs em algum momento de sua vida escolar. Estudos têm apontado o potencial educacional das HQs, pois despertam o interesse dos alunos, estimulam a leitura, têm uma linguagem próxima à cultura jovem, tende a ser de uso agradável e pode ser utilizada em diversas disciplinas (Iwata; Lupetti; 2017; Vergueiro, 2018). Diante das respostas, em especial da última, foi possível perceber o cenário em que se encontrava os alunos em relação aos materiais educacionais, notando o interesse, por parte dos alunos, quanto ao uso de uma e-HQ para o Ensino de Química.

Paralelamente à percepção de interesse dos alunos, foi aplicado, a 9 professores, um questionário semelhante ao dos estudantes. Essa entrevista pelo questionário continha 3 perguntas semiabertas, 2 objetivas e 3 discursivas, contudo, em sua maioria, versavam sobre a prática pedagógica do professor no que tangia àqueles materiais educacionais visto no questionário do aluno. Antes de sua aplicação, também, foram apresentados os objetivos desta pesquisa, informando quanto ao sigilo dos dados que seriam coletados e que a participação seria voluntária. No quadro 2, são mostradas as perguntas e as respostas mais relevantes. Destaca-se, dentre as respostas, que o livro ainda está entre o material educacional de maior preferência pelos professores. Por outro lado, observamos que recursos mais atuais, como jogos e *websites*/Internet também são usados por eles, o que pode sinalizar uma variação de recursos educacionais que perpassam entre os mais tradicionais, como os analógicos, até os mais atuais, como os digitais. Percebe-se que uma parte significativa dos objetos educacionais sinalizados são simultaneamente os menos utilizados pelos professores e os mais desejados pelos alunos. Nos parece que tais recursos não estão sendo aplicados nas aulas da escola, talvez pela necessidade de treinamento e capacitação dos docentes. Constatou-se ainda que mais da metade dos professores já usaram as HQs, os gibi, as charges, as tirinhas e os mangás em sala de aula.

Quadro 2 – Perguntas e respostas do Questionário de Percepção de interesse dos professores

<i>Nº da Pergunta / Pergunta</i>	<i>Respostas (Nº de respostas / %)</i>
1. Marque quais são os quatro recursos que você mais usa em suas aulas além do quadro branco	Livros/Revistas (6/17); Textos (6/17); Celular/ Tablet (6/17) Data Show/Slides (5/14); Vídeos (5/14); Jogos (3/8); Sites/Internet (3/8); Áudios (1/1); Experimentos (1/1).
2. Na sua opinião, estes quatro recursos auxiliam seus alunos para um aprendizado eficiente?	Sim (8/89); Talvez (1/11); Não (1/0).
3. Ainda sobre os quatro recursos. Na sua opinião, seus alunos gostam destes materiais?	Sim (7/78); Talvez (1/11); Não (1/11).
4. Dos quatro recursos que você marcou, qual você mais gosta de usar?	Livros/Revistas (2/22); Jogos (2/22); Sites/ Internet (2/22); Celular/Tablet (1/1); Vídeos (1/1); Textos (1/1).
5. Agora, independente dos recursos que você usa em sala de aula, quais são os quatro recursos que você gostaria de utilizar?	Sites/Internet (7/19); Animações Digitais (6/17); Sem respostas (4/11); Jogos (3/8); Celular/Tablet (3/8); Simuladores (3/8); HQ's (3/8); Data Show/Slides (2/6); Vídeos (2/6); Áudios (2/6); Experimentos (1/3).
6. Você já utilizou Histórias em Quadrinhos, Gibi, Charges, Tirinhas ou Mangás (histórias em quadrinhos, estilo japonês) em suas aulas?	Sim (5/56); Não (4/44).
7. Se você respondeu sim, na questão anterior, responda por favor, se você gostou ou não desta prática, do contrário, responda o(s) motivo(s) para o não uso de Histórias em Quadrinhos, Gibi etc em suas aulas	Sim, justificaram apontando que a ferramenta aumentou o interesse, auxiliou no aprendizado de língua nativa ou estrangeira, melhorou o vocabulário do alunado. Não, mencionaram a falta de material e 1 não justificou.
8. Imagine uma História em Quadrinhos Eletrônica (digital) para ser lida no celular, tablet ou no computador e que ensinasse algum conteúdo escolar. Qual seria a sua opinião sobre um recurso dessa natureza numa perspectiva pedagógica?	Bom e Interessante (4/44); Bom, com adequado planejamento (2/22); Adequado ao cotidiano dos alunos (2/22); Avanço Educacional (1/12).

Fonte: elaboração dos autores.

Em relação ao aprendizado de idiomas, as HQs auxiliam na melhora do vocabulário, fato que está em consonância com Iwata e Lupetti (2017) e Liu, Silva e Lima (2020). Além disso, os professores responderam positivamente a respeito do uso de uma e-HQ, pois a sua utilização pode levar a resultados satisfatórios, corroborando o que diz Cavalcante (2015).

Através da percepção de interesse do aluno e do professor em relação ao uso das HQs em sala de aula, foi possível compreender melhor o cenário educacional da turma em estudo, o que levou a traçar caminhos metodológicos mais próximos à realidade do aluno para a elaboração da HQ, pois, segundo Vigotski, deve-se valorizar a compreensão das relações, da história, da cultura e da sociedade do educando para a mediação docente com vistas à construção do conhecimento (Oliveira, 1992).

Etapa 2: elaboração da e-HQ

A e-HQ foi escolhida para este trabalho, como já mencionado, por ser um instrumento lúdico, atual e tecnológico de caráter digital, além de seu possível uso em *smartphones*, *tablets* ou computadores, os quais são comuns no cotidiano dos estudantes. E mais, ela permite desenvolver as habilidades e competências, por exemplo, de leitura, de interpretação e da imaginação dos alunos em conjunto ao ensino de Química. Assim, a elaboração da e-HQ se deu com vistas à construção de um produto educacional voltado para o ensino de Química na perspectiva da abordagem História-Cultural de Vigotski (Oliveira, 1997), onde o texto e a interpretação foram apoiados na tecnologia, nas imagens e na relação com o cotidiano, a cultura e a linguagem dos alunos.

A e-HQ recebeu o nome de *Turma da interação: um trabalho de Química*, fazendo referência à teoria de Vigotski. Na história, os alunos precisam fazer um trabalho de Química com substâncias orgânicas do cotidiano, estabelecendo relação com a Biologia, e ao final, compartilhar os resultados junto aos pares. É nesse cenário que se discorre a história, que busca possibilitar o reconhecimento das principais características das cadeias carbônicas, do nome e das fórmulas es-

truturais de algumas funções orgânicas, como os hidrocarbonetos, os compostos oxigenadas, os nitrogenados e os halogenados, usando moléculas orgânicas mais simples, que pudessem ser identificadas com algum uso no cotidiano.

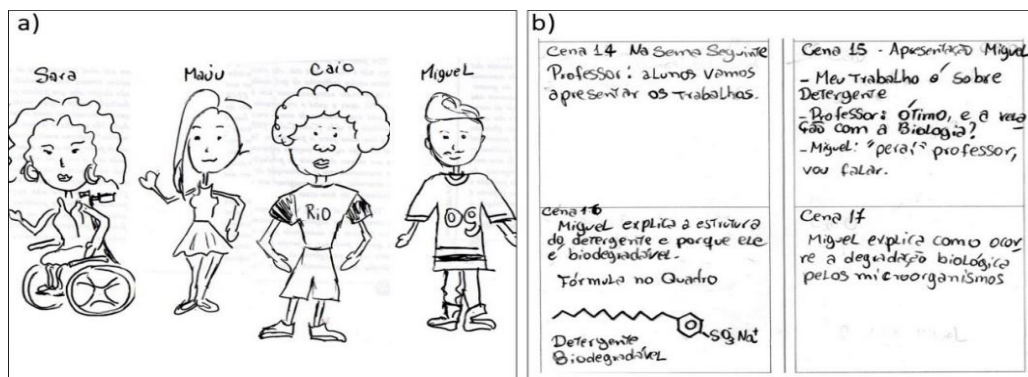
Utilizando a metodologia de elaboração de histórias em quadrinhos e considerando o contexto e os pressupostos teóricos já mencionados, a produção da HQ foi dividida em 3 momentos: preparação do *storyline*, elaboração do argumento e do roteiro na forma de quadrinhos e finalização da produção da e-HQ.

O *storyline* descreveu, de forma sucinta, a ideia da história. Nele apontou-se resumidamente o enredo, os possíveis personagens e a ambientação. Posteriormente, seguiu-se para o argumento. Nesse momento, o *storyline* foi expandido e a história recebeu maiores informações, como personagens e suas características, maior desenvolvimento do enredo e, no caso, o tema e os conteúdos a serem utilizados. Assim, no argumento, foi descrito que a história é sobre uma turma do Ensino Médio de uma escola pública, com personagens com características físicas e culturais diversas, semelhantes à cultura e à realidade dos alunos da escola pesquisada. Os principais personagens da e-HQ foram inicialmente desenhados à mão (Figura 1a), que são: Sara, uma moça vaidosa, cadeirante, inteligente e alegre; Maju, uma moça moderna, estudiosa, esforçada, amiga de todos e sempre disposta a ajudar ao próximo; Caio, um rapaz estudioso e com a capacidade de unir as pessoas, contudo, possui um temperamento forte; Miguel, um rapaz feliz com a vida, esperto que não desperdiça uma boa chance de conseguir pontos sem muito esforço; o professor, uma pessoa bondosa, exigente, que ama lecionar e que adora trabalhos escolares com outras disciplinas. O argumento ainda descreveu que os alunos deverão resolver trabalhos de Química, solicitados pelo professor da turma, e que deverão considerar, na pesquisa, substâncias que possam conhecer e que estejam, de certa forma, em seu cotidiano. Após a preparação do trabalho, eles apresentariam ao professor, que faria algum comentário.

A seguir à elaboração do argumento, também chamado de *storyline* expandida, foram produzidas versões do roteiro entre os meses de maio de 2018 e agosto do mesmo ano, que passou de 28 quadros para 37 na versão final após reflexões

e análises sobre a história, além de uma melhor quadrinização com a intenção de facilitar a leitura e a compreensão da história. Para sua construção, foi usada a forma de duas colunas, onde a cena era informada em uma e as falas em outra (Figura 1b). Então, a e-HQ toma corpo uma vez que se desenrola o enredo de um modo que o editor, independentemente da presença do roteirista, possa produzir a e-HQ na versão quadrinhos, isto é, quadrinização.

Figura 1 – a) Personagens do e-HQ; b) Cenas do Roteiro



Fonte: elaboração dos autores.

Finalmente, a produção da e-HQ foi finalizada, constituindo-se de imagens, textos, balões, pinturas e diagramação, que se deram por meio do *software* CorelDraw 5X e o seu formato de saída foi na extensão PDF (*Portable Document Format*) em um documento com página do tamanho A4 (210 x 297 mm). A e-HQ foi disponibilizada aos alunos em três formas: a primeira por meio dos computadores do laboratório de informática da escola, que recebeu o arquivo contendo a e-HQ; a segunda forma foi realizada pela transferência do arquivo via celular, *smartphone* ou *tablet*, utilizando o sistema de *Bluetooth*; a terceira foi via link de download da e-HQ, a qual foi disponibilizada na rede social Issuu¹⁹, que permite

19 Disponível em: https://issuu.com/valfridomcjr/docs/e-hq_-_um_trabalho_de_qu_mica.

a publicação de livros e revistas no formato PDF. Para a realização dessa última opção, abriu-se uma conta na rede social. Na Figura 2, pode-se ver a capa, a apresentação das personagens, a página inicial e final da e-HQ.

Figura 2 – Texto ilustrativo da legenda da figura



Fonte: elaboração dos autores.

Etapa 3: avaliação da e-HQ

Em 19 de setembro de 2018, a e-HQ foi avaliada por 18 alunos da escola, momento em que foi apresentado, aos alunos, o questionário avaliativo da motivação, aprendizagem e sobre a e-HQ propriamente dita, o qual foi respondido via formulários do google. A avaliação quanto à motivação e à aprendizagem do alunado será alvo de uma discussão em outro momento.

A pergunta 1, “Você acha que a e-HQ de Química lhe ajudou a aprender sobre substâncias orgânicas e cotidiano?”, teve 15 (83%) alunos que responderam “sim” e 3 (17%) “não”. Tal resultado é satisfatório e consolida os objetivos deste trabalho, além de ratificar o processo metodológico adotado. A pergunta 2 era aberta e buscou saber o que mais chamou a atenção dos alunos na e-HQ. A partir das respostas, destaca-se que os alunos relataram o desconhecimento e/ou fato de que nunca se atentaram aos vários produtos e materiais do cotidiano que apresentem substâncias da Química Orgânica. Outro fato, que os alunos salientaram,

foi de não buscarem ampliar as informações que eles já detinham sobre Química Orgânica, mesmo possuindo a oportunidade e o acesso à informação. A questão 3 foi “Os desenhos, os cenários, as cores e os número de páginas da e-HQ ajudaram você a ter uma boa compreensão da história? E o texto?”. De forma geral, os alunos responderam que “sim” e que tais elementos “não deixavam a história cansativa”. Na quarta questão, objetivou-se saber qualitativamente o quanto os alunos gostaram dos desenhos, dos cenários e das cores, do texto e do número de páginas contidas na e-HQ. Para cada item, havia cinco alternativas, “Muito bom”, “Bom”, “Regular”, “Ruim” e “Péssimo”. Os percentuais foram:

- a) Para aos desenhos, “Muito bom” 67% (12 alunos), “Bom” 28% (5 alunos) e “Regular” 5% (1 aluno), “Ruim” e “Péssimo” com 0% cada.
- b) Para os cenários, “Muito bom” 44% (8 alunos), “Bom” 50% (9 alunos) e “Regular” 6% (1 aluno), “Ruim” e “Péssimo” com 0% cada.
- c) Para o texto, “Muito bom” para 67% (12 alunos), “Bom” 33% (6 alunos), “Regular”, “Ruim” e “Péssimo” com 0% cada.
- d) Para o número de páginas, “Muito bom” 39% (7 alunos), “Bom” 44% (8 alunos) e “Regular” 17% (3 alunos), “Ruim” e “Péssimo” com 0% cada.

Percebe-se uma aprovação da e-HQ pelos alunos em todos os itens, logo a maioria aprovou quanto a forma e conteúdo.

Aos professores voluntários, foram disponibilizados por e-mail, no mês de setembro de 2018, a e-HQ por um link e de forma on-line e um questionário, semelhante ao dos alunos, destinado aos professores, contudo, para os professores, havia perguntas de cunho pedagógico.

Assim, 7 professores responderam ao questionário, os quais lecionavam as seguintes disciplinas, Língua portuguesa, Educação Física, Ciências, Geografia, Filosofia e Sociologia. Desses professores entrevistados, 4 (57%) lecionam no Ensino Fundamental e Médio, 1 (14%) somente no Ensino Médio e 2 (29%) apenas no Ensino Fundamental.

Na pergunta 1, “Você acha que a e-HQ de Química lhe ajudou aprender sobre substâncias orgânicas e cotidiano?”, teve 100% de respostas para “Sim”, mesmo percentual de respostas “Sim” para a pergunta 2, “Você acha que a e-HQ seria útil em sua disciplina? Por que?”. Pelas justificativas, mostradas abaixo, observou-se que caracterizavam a e-HQ como uma ferramenta comunicativa, atrativa e divertida para os alunos.

Professor 1: Sim, a Química está em todo lugar;

Professor 2: Sim. De uma forma descontraída a e-HQ demonstrou várias substâncias da química orgânica ligadas ao nosso cotidiano. Isso esclarece para os alunos que o estudo de Ciências está em toda parte e pode ser muito divertido aprender;

Professor 3: “Sim. Seria mais atrativa;

Professor 4: Sim. Por se tratar de uma forma de comunicação atrativa para os alunos;

Professor 5: Por que é uma forma alternativa de ensinar/aprender;

Professor 6: Sim, pois assim como a Química está presente em nosso cotidiano, a Geografia também se faz presente;

Professor 7: Sim. Um eHQ pode ser um instrumento motivacional, então, um recurso docente em uma turma.

Em relação à questão 3, “Sobre a e-HQ, o que lhe chamou a atenção?”, os professores responderam destacando pontos como: informações importantes em um tempo sucinto, roteiro, boa desenvoltura dos diálogos, forma simples de abordar os assuntos, qualidade gráfica e a estruturação dos quadros, conforme pode ser visto a seguir:

Professor 1: A forma simples de abordar os assuntos;

Professor 2: A qualidade gráfica e a estruturação dos quadros. Muito bom;

Professor 3: Os alunos descobrirem conteúdos da disciplina na prática do dia a dia;

Professor 4: A forma simples de se tratar um assunto complexo que geralmente “assustam” os alunos;

Professor 5: O enredo;

Professor 6: A ilustração, a linguagem utilizada e os exemplos de substâncias orgânicas que são encontradas no nosso dia a dia;

Professor 7: Um tempo breve com informações importantes, além de uma boa desenvoltura dos diálogos.

Para a questão 4, “Os desenhos, cenários, cores e número de páginas da e-HQ ajudaram você a ter uma boa compreensão da história?”, os professores de forma unânime responderam que sim e discorreram comentários quanto à clareza destes pontos destacados. A quinta questão solicitou aos professores participantes que avaliassem quatro itens da e-HQ, os quais eram: Desenhos, Cenários, Texto e Número de páginas. Dessa forma, quatro (57%) professores responderam muito bom, 3 (43%) responderam bom, e nenhum escolheu as possibilidades “Regular”, “Ruim” e “Péssimo”. Os dados desta questão revelam uma qualificação positiva em todos os itens avaliados. A questão de número 6 perguntou se os professores gostaram da e-HQ, sendo que os 7 (100%) professores responderam “Sim”. Por fim, na questão 7 se perguntou, “Com base na questão anterior comente o que levou você a essa resposta?”. Os comentários são a seguir apresentados:

Professor 1: A forma simples de se tratar um assunto complexo que geralmente “assustam” os alunos;

Professor 2: Gostei bastante dessa e-HQ. Uma boa forma de aproximar os estudantes a certos conteúdos que em uma primeira impressão soam complexos demais, por exemplo o nome de algumas substâncias da química orgânica;

Professor 3: A história bem elaborada em conjunto com uma linguagem atual e de fácil compreensão somados a personagens que encontramos diariamente tornaram a e-HQ ótima e que desperta o interesse do leitor;

Professor 4: Acredito que o grande desafio é aproximar nossos alunos do mundo chamado hoje. Para muitos deles, o aprendizado é teórico, e o texto de alguma maneira, inverteu o processo;

Professor 5: Desenvolve bem a Eficiência, a Eficácia e a Efetividade do assunto abordado e, também, do instrumento utilizado como recurso didático;

Professor 6: Ser bem resumido e direto o assunto abordado;

Professor 7: Um aprendizado atrativo.

Ressalta-se que a e-HQ conseguiu agradar aos professores e alunos. A respeito disso, pode-se sinalizar uma possível versatilidade do produto, o qual poderia ser testado em outros espaços educativos de ensino formal e informal, como sugerem Cascais e Terán (2014, p. 8). Além disso, segundo os comentários dos professores e dos alunos, podemos dizer que a e-HQ apresentou-se adequada e eficaz ao público a qual se destinou. Ainda, pela análise da avaliação e motivação da e-HQ, entende-se que ela aponta possíveis potencialidades a outros públicos e, da mesma forma, em outros meios de ensino.

Considerações finais

Nesta pesquisa, ancorada na abordagem Histórico-Cultural de Lev S. Vigotski, nos PCNs para o ensino de Química e nas TICs, elaborou-se, para o Ensino Médio, uma história em quadrinhos eletrônica, a e-HQ, inserida em um cenário Histórico-Cultural da comunidade escolar pesquisada, que poderia ser lida em aparelhos eletrônicos e computadores. O tema da e-HQ abordou as substâncias orgânicas do cotidiano e as suas relações com a Biologia.

A e-HQ pode ser um produto que agrada jovens e adultos, pois apresenta uma linguagem fácil, é versátil, possui imagens, cenários, textos e paginação que foram bem aceitos pelos seus leitores. Ela pode ser também entendida como um

instrumento acessível em função de sua gratuidade e de seus simples requisitos de utilização: uma conexão com a Internet e um aparelho celular, *tablet* ou computador. Assim, a e-HQ, elaborada neste trabalho, constitui-se em um produto de enorme potencial educacional capaz de promover a mediação da aprendizagem em várias disciplinas, especialmente para o Ensino de Química. Acreditamos nessa potencialidade uma vez que seu uso foi avaliado por professores da unidade escolar, sendo unânimes na aprovação do produto e no apontamento de uma possível aplicação da e-HQ em suas disciplinas além da Química.

Entendemos ainda que há uma necessidade do Ensino de Química continuar buscando novas maneiras de abordar o conhecimento e de também aproximá-lo da realidade do cotidiano do aluno, como visto neste trabalho. Não obstante, propõem-se que essas ideias não fiquem restritas ao alunado, mas estendam-se ao cidadão que não se encontra mais na escola e que deseja continuar aprendendo, como preconiza a ONU para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco, 2010, p. 15). Por isso, deve-se romper as barreiras dos muros escolares, dos centros acadêmicos e dos grupos de pesquisa, estabelecendo uma ponte para esses saberes, tão pertinentes na vida cotidiana, sendo que, muitas vezes eles estão distantes dos pensamentos das pessoas.

Referências

AMARAL, Adriana; CARLOS, Giovana Santos. Caracterizando o “estilo mangá” no contexto brasileiro: hibridização cultural na Turma da Mônica Jovem. **Vozes e Diálogo**, Itajaí, v. 12, n. 1, p. 18-33, 2013.

AMARAL, Carmem Lúcia Costa; TAVARES, Altair Pereira. A utilização de Histórias e Quadrinhos no ensino de química: um mapeamento da produção científica nos ENPEC (período 2011-2019). *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS; ENCONTRO DE PESQUISADORES EM EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 2020, São Carlos. **Anais** [...]. São Carlos: UFSCar, 2020. Eixo Temático 2: Conteúdos educacionais – da produção à exibição. p. 1-11. Disponível em: <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2020/article/view/1102/800>. Acesso em: 28 set. 2021.

AMOREIRA, Paulo. Os Quadrinhos no Contexto Digital: Webcomics, Hqtrônicas e HQsTransmídias. *In*: NETTO, Raymundo; VERGUEIRO, Waldomiro (org.). **Coleção Quadrinhos na Sala de Aula: estratégias, instrumentos e aplicações**. Fortaleza, CE: Fundação Demócrito Rocha, 2018. p. 65-80.

BRANDÃO, Daniel. A linguagem dos quadrinhos. *In*: NETTO, Raymundo; VERGUEIRO, Waldomiro (org.). **Coleção Quadrinhos na Sala de Aula: estratégias, instrumentos e aplicações**. Fortaleza, CE: Fundação Demócrito Rocha, 2018. p. 33-48.

BRASIL, Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, n. 248, p. 27833-27841, 23 dez. 1996. Seção 1. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 28 set. 2021.

BRASIL, Resolução n. 2, de 22 de dezembro de 2017. Institui e orienta a implantação da Base Nacional Comum Curricular, a ser respeitada obrigatoriamente ao longo das etapas e respectivas modalidades no âmbito da Educação Básica. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, n. 245, p. 41-44, 22 dez. 2017. Seção 1. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 28 set. 2021.

CASCAIS, Maria das Graças Alves; TERÁN, Augusto Fachín. Educação formal, informal e não formal na educação em ciências. **Ciência em Tela**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 1-10, 2014.

CATARINO, Gisele Faur de Castro; REIS, José Cláudio de Oliveira. A pesquisa em ensino de ciências e a educação científica em tempos de pandemia: reflexões sobre natureza da ciência e interdisciplinaridade. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 27, p. 1-16, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320210033>. Acesso em: 28 set. 2021.

CAVALCANTE, Kiany Sirley Brandão *et al.* Educação ambiental em histórias em quadrinhos: recurso didático para o ensino de Ciências. **Revista Química Nova Escola**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 270-277, nov. 2015.

COSTA, Sandra Regina Santana; DUQUEVIZ, Barbara Cristina; PEDROZA, Regina Lúcia Sucupira. Tecnologias Digitais como instrumentos mediadores da aprendizagem dos nativos digitais. **Revista Quadrimestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 603-610, set./dez. 2015.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Maria Marta Castanho Almeida. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002. (Coleção Docência em Formação – Ensino Fundamental).

EVANGELISTA, Eduardo. **Quadrinhos digitais: potencializando a leitura**. 2015. 158 f. Dissertação (Mestrado em Design – Hipermídia Aplicada ao Desig) – Programa de Pós-Graduação em Design e Expressão Gráfica, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/159652>. Acesso em: 28 set. 2021.

FAGUNDES, Gislayne das Braças; SILVA, Rannyelle Francyny da; SILVA, Renata Teixeira da. O gênero história em quadrinhos (HQ) como ferramenta no processo de ensino-aprendizagem na disciplina de língua portuguesa. **SynThesis Revista Digital FAPAM**, Pará de Minas, v. 8, n. 8, p. 178-192, dez. 2017.

IWATA, Adriana Yumi; LUPETTI, Karina Omuro. Histórias de vidro em quadrinhos: o ensino e a divulgação científica de conceitos sobre o vidro. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, Foz do Iguaçu, v. 1, n. 1, p. 75-92, jan./jul. 2017.

KAUARK, Fabiana da Silva; MANHÃES, Fernanda Castro; MEDEIROS, Carlos Henrique. **Metodologia da pesquisa: guia prático**. Itabuna: Via Litterarum Editora, 2010.

LIMA, José Fernandes de. Ensino Médio: identidade, finalidade e diretrizes. **Revista Retratos da Escola**, Brasília, v. 5, n. 8, p. 57-68, jan./jun. 2011.

LIU, Andrea Santos; SILVA, Rita de Cássia A.; LIMA, Luana dos Santos. As histórias em quadrinhos como materiais didáticos alternativos no ensino de ciências. **Revista Compartilhar**, São Paulo, v. 5 n. 1, p. 42-51, fev. 2020.

MARINO, Daniela dos Santos. O mercado de histórias em quadrinhos no Brasil e os suportes para publicação digital. *In: JORNADAS INTERNACIONAIS DE HISTÓRIAS EM QUADRINHOS*, 4., 2017, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: ECA/USP, 2017. p. 1-13. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/anais2ajornada/anais4asjornadas/q_midia/daniela_dos_santos_marinho.pdf. Acesso em: 28 set. 2021.

MORAIS, Marta Bouissou; ANDRADE, Maria Hilda de Paiva. **Ciências – Ensinar e Aprender**. Belo Horizonte: Dimensão, 2009.

NUNES, Albino Oliveira; NUNES, Albano Oliveira. PCN – Conhecimentos de Química, Um Olhar Sobre As Orientações Curriculares Oficiais. **Holos**, Natal, ano 23, v. 2, p. 105-113, 2007.

OLIVEIRA, Marta Kohl de. Sobre diferenças individuais e diferenças culturais: o lugar da abordagem histórico-cultural. *In*: AQUINO, Julio Groppa (org.). **Erro e fracasso na escola**. 6. ed. São Paulo: Summus Editorial, 1997. p. 45-61.

OLIVEIRA, Marta Kohl de. Vygotsky: alguns equívocos na interpretação de seu pensamento. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 81, p. 67-69, maio 1992. Disponível em: <http://publicacoes.fcc.org.br/index.php/cp/article/view/992/1001>. Acesso em: 28 set. 2021.

RODRIGUES, Adriana Araujo Dutra. **O impacto da linguagem dos quadrinhos no ensino de Ciências**. 2015. 110 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/BUBD-A3NH82>. Acesso em: 28 set. 2021.

SANTOS, Jucilene Santana; SILVA, Adjane da Costa Tourinho; OLIVEIRA, Filipe Silva de. Histórias em Quadrinhos no ensino de Química: o que tem sido produzido em revistas e eventos da área na última década. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC, 2016. p. 1-11. Disponível em: <https://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R2109-1.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2017.

SANTOS, Mariana Oliveira dos; GANZAROLLI, Maria Emilia. Histórias em quadrinhos: formando leitores. **TransInformação**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 63-75, jan./abr. 2011.

SILVEIRA JÚNIOR, Célio. Mediação docente e a motivação dos estudantes para o aprendizado de química. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC, 2016. p. 1-12. Disponível em: <https://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0032-2.pdf>. Acesso em: 28 set. 2021.

SOUZA, Amaralinda Miranda de. As tecnologias da informação e da comunicação (TIC) na educação para todos. **Educação Foco**, Juiz de Fora, ed. esp., p. 350-366, fev. 2015.

VERGUEIRO, Waldomiro. As HQs e a Escola. *In*: NETTO, Raymundo; VERGUEIRO, Waldomiro (org.). **Coleção Quadrinhos na Sala de Aula: estratégias, instrumentos e aplicações**. Fortaleza, CE: Fundação Demócrito Rocha, 2018. p. 1-16.

UNESCO, Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Educação: um tesouro a descobrir**, relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI (destaques). Brasília: UNESCO, 2010. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000109590_por. Acesso em: 28 set. 2021.

UNESCO, Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Educação para a cidadania global: preparando alunos para os desafios do século XXI**. Brasília: UNESCO, 2015. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000234311>. Acesso em: 28 set. 2021.

Capítulo 12

Dr. Stone e Ensino de Química: uma análise semiótica entre o animê e o mangá

Juliana Domingos da Silva
Waldmir Nascimento de Araujo Neto

Introdução

Os animês são um estilo de animação que, em conjunto com sua arte irmã, o mangá (histórias em quadrinhos japonesas), se tornaram exportadores da cultura nipônica e fenômeno da cultura pop. São compostos por linguagens verbais e visuais singulares: personagens desenhados com olhos grandes e cabelos espetados; enquadramentos em primeiríssimo plano; heterogeneidade de estilos, temas e significados. Essas narrativas visuais japonesas diferem das demais e atraem público de diferentes faixas etárias e gêneros (Steinberg, 2012). No Japão, denomina-se mangá toda e qualquer história em quadrinhos, independentemente de ser japonesa ou não. No entanto, fora do território nipônico convencionou-se chamar os quadrinhos japoneses de mangá, devido ao conjunto de características que conferem a este produto um estilo próprio. Primeiramente, estas histórias são publicadas em revistas semanais próprias desse suporte de leitura, como a *Shōnen Jump* e *Shōnen Magazine*. Enormes volumes com aproximadamente 18 histórias serializadas, de capas supercoloridas e conteúdo impresso em uma ou duas cores sobre papel reciclado. As séries de maior sucesso são republicadas em coletâneas de livros menores, os *tankōbons* (Sato, 2007). A adaptação de um mangá para

animação depende de sua popularidade. Produzir uma obra que já possui fãs diminui riscos e aumenta o potencial do animê na geração de lucros.

Grande parte das narrativas dessas obras contém reflexões sobre a política, ciência, ética e apresenta realidades que emergem dos contextos sociais nos quais são produzidas. Explorar a complexidade da relação entre ser humano, natureza e tecnologia é um tema recorrente neste gênero. A análise da dualidade dessa relação é constante: há preocupação com acentuada presença da tecnologia no mundo e na vida do ser humano, concomitante à celebração das invenções humanas (Napier, 2005; Brenner, 2007). São diversas diegeses,²⁰ mundos apocalípticos e sociedades utópicas, distópicas ou futurísticas. Entretanto, suas histórias também ilustram situações do cotidiano: acordar cedo para ir à escola e ao trabalho, adormecer em transportes públicos ou estudar. Isso desencadeia no leitor/espectador uma identificação com os personagens que precisam constantemente lidar com questões afetivas e sociais espelhadas em dinâmicas de suas próprias vidas, como *bullying*, insatisfação com a vida ou desemprego. Com os adolescentes, essas identificações ocorrem em seus modos de enxergar o mundo, de pensar e agir. Esses sujeitos se identificam com as lições de vida das histórias, se inspiram e adotam os princípios éticos e morais de seus personagens favoritos frente às problemáticas da adolescência. Além de passar horas lendo ou assistindo a esses produtos, esse público também dedica seu tempo à sites, fóruns da internet e aos eventos relacionados a eles a fim de conversarem e trocarem informações sobre seus desenhos preferidos. Assim, tanto o mangá quanto o animê exercem um papel que vai além do entretenimento na vida dos adolescentes e estão presentes até no dia a dia daqueles que não são *otakus* – termo utilizado por fãs de mangá e animê para designar a si mesmos (Brenner, 2007; Sato, 2007).

Mangás e animês recentes de ficção científica têm incorporado conceitos de química, física e biologia em suas narrativas, como *Fullmetal Alchemist*, *Cells*

20 Realidade própria da narrativa ficcional, exterior à realidade do leitor/espectador.

at Work e o próprio *Dr. Stone, corpus* deste estudo. Embora seja uma narrativa ficcional, *Dr. Stone* apresenta uma posição a respeito da natureza da ciência menos distorcida e ufanista: a práxis científica e a criação de produtos e máquinas são apresentados como construções coletivas. Além disso, nessas obras emergem conceitos de química, física, biologia, engenharia, entre outros. Propomos que entre o mangá e o animê de *Dr. Stone* existe amplo potencial de produção de sentido para atividades no ensino de química, tanto a partir das diferentes formas de representação de conceitos e produtos inerentes à química, quanto por constituir-se como suporte a estratégias de motivação e engajamento de estudantes ao campo das ciências da natureza (Laprise; Winrich, 2010; Ruble; Lysne, 2010; Segall, 2002). Na obra, são postos em evidência equipamentos, processos, vidrarias, dinâmicas de síntese e análise, inerentes ao conhecimento químico. Diante disto, reafirmamos o potencial de *Dr. Stone* (2019) em situações do contexto da prática do ensino de química e de ciências.

As maneiras pelas quais animês e mangás podem ser mobilizados no contexto escolar têm sido pouco exploradas em relação a outras mídias. Ao rever a literatura, encontra-se um estudo que relaciona o animê de *Dr. Stone* com o ensino de química. Em “*O anime Dr. Stone e as TIC’s como aliados no Ensino de Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental*” (Melo, 2020) é elaborada e discutida uma sequência didática utilizando diferentes TIC’s (Tecnologias da Informação e Comunicação) no ensino remoto adotado no Brasil devido à pandemia do COVID-19. A autora propõe o uso do animê *Dr. Stone* utilizando a abordagem de “Ensino de Ciências por Investigação”, a fim de contextualizar o conteúdo sobre constituição da matéria. Entendemos que essa referência abre caminho para novas apropriações de *Dr. Stone* como componente de atividades no ensino fundamental.

O presente artigo estuda aspectos teórico-metodológicos sobre um projeto, em andamento, acerca do potencial de animês e mangás na criação de produtos educacionais voltados ao ensino fundamental. Especificamente, delimitamos *Dr. Stone* como um produto da cultura que oferece tais modalidades de mídia. Situa-mos, portanto, a investigação a partir da noção de intermedialidade. Como obje-

tivos específicos, investigamos mangás e animês como manifestações da cultura, tanto para nos apropriar dessas modalidades de mídia, quanto para responder: (i) quais são os conteúdos emergentes nas obras de *Dr. Stone* (animê e mangá), em termos de seu uso potencial no ensino de ciências/química como estruturador de produtos educacionais?; (ii) em que medida uma delimitação teórica entre a Semiótica de C. S. Peirce e a Intermedialidade de Lars Elleström é capaz de colaborar para delimitar e revelar a natureza semiótica de segmentos de conteúdo, entre mangás e animês, adequados a situações de ensino nas ciências/química do ensino fundamental?

Questões Teóricas e Metodológicas

Nas linhas à frente o leitor encontrará: (1) uma articulação a respeito das artes sequenciais japonesas, delineação dos aspectos identitários do espaço semiótico entre animês e mangás; (2) uma reflexão teórica que problematiza as possíveis imbricações entre a semiótica de Charles Sanders Peirce (1965) e os estudos de intermedialidade conduzidos por Lars Elleström (2021).

Artes sequenciais japonesas: a relação entre mangás e animês

As narrativas imagéticas japonesas possuem elementos particulares. Apesar de mangás e animês compartilharem tais elementos, as duas diferenciam-se quanto aos modos de mídia que as compõem, o que proporciona a cada uma identidade cultural própria. Vamos explorar certos aspectos dessas identidades em seguida.

Mangás

Mangá significa literalmente “desenho irreverente” e foi o artista nipônico Hokusai que cunhou o termo no século XIX. O seu formato atual é fruto da fusão da arte sequencial tradicional japonesa com o quadrinho moderno surgido nos Estados Unidos. No entanto, suas características singulares, que os diferenciam

das produções de outros países, foram introduzidas por Osamu Tezuka, considerado o “deus do mangá” pelos seus colegas de profissão. O artista inovou a estética dos mangás quando, influenciado pelo “Mundo *Disney*”, passou a desenhar personagens com olhos grandes, imprimindo emoções com maior precisão. Tezuka também adotou em suas obras as técnicas do cinema: forte contraste de preto e branco; linhas de ação para ilustrar movimentação e rapidez, características que são seguidas até hoje pelos mangakás (autores de mangás) e que se estendem aos animês. Essas duas artes sequenciais japonesas compartilham elementos particulares que vão além do traçado, como a classificação em gêneros e subgêneros, que se diferenciam quanto à caracterização dos personagens e cenários, quanto ao estilo da ilustração e em termos do conteúdo da narrativa. Ao analisar suas trajetórias, percebe-se que ambos estão em constante transformação e exercem influência cultural expressiva em seu público, sendo também influenciados por este.

Os signos simbólicos do mangá, com profundas raízes na cultura japonesa, são as principais características que o diferencia da arte sequencial ocidental. Sua ordem de leitura ocorre de trás para frente e da direita para a esquerda e o ilustrar de personagens em preto e branco procede dos primórdios, quando sua finalidade era ser uma forma de entretenimento barato e por isso sua impressão era de baixo custo e qualidade. Embora alguns *tankōbons* apresentem capas e/ou páginas coloridas no início de um capítulo (geralmente capítulos especiais), colorir página por página de um produto com muita demanda seria inviável para os mangakás, tanto financeiramente quanto artisticamente.

Para desenhar os mangás utiliza-se enquadramento de câmera similar aos filmes e o layout das páginas possui poucos quadros que, alinhados na posição vertical e frequentemente sobrepostos, possibilitam o enfoque de emoções e detalhes da narrativa. A linguagem visual é predominante nesse suporte de leitura: são poucos os balões de pensamento e textos de apoio. São utilizadas onomatopeias com o intuito de expressar os sentimentos e intensificar a sensação de silêncio em quadrinhos sem diálogo. A percepção de movimento é significada pelo uso de linhas cinéticas como plano de fundo.

A narrativa dos mangás é permeada de signos indicativos de sentimentos que são utilizados para remeter realismo ao leitor, como o enrubescer, que pode caracterizar surpresa ou embaraço, ou as gotas de suor desenhadas na face ou pairando sobre a cabeça do personagem representando nervosismo e constrangimento. Os personagens também são constantemente antropomorfizados a fim de indicar o estado de espírito, personalidade ou intenção sexual.

Animês

A animação chegou ao Japão em 1909, quando os cinemas locais começaram a exibir produções dos Estados Unidos, influenciando artistas nipônicos a produzirem suas próprias animações. O curta-metragem mudo *Imokawa Mukuzou Genkaban no Maki* (A história do zelador Mukuzou Imokawa) datado de 1917 é considerado o primeiro desenho animado japonês. Neste período do cinema mudo, as animações nipônicas eram experimentais e independentes e geralmente narravam contos populares japoneses. O estabelecimento do cinema sonoro e a concorrência com produções estrangeiras impulsionou o aperfeiçoamento das animações nipônicas, que passaram a ser produzidas em grandes estúdios de cinema. Com o início da Guerra Sino-Japonesa e instauração do governo militar, toda a produção cinematográfica japonesa passou a funcionar como propaganda pró-guerra. Ao fim da Segunda Guerra Mundial as produções de animações se tornaram inviáveis e foram interrompidas devido ao alto custo de sua matéria prima. Tal situação foi revertida com o lançamento do primeiro longa-metragem colorido para o cinema: *Hakuja Den* (A Lenda da Serpente Branca) pela *Toei Animation* em 1958, seu grande sucesso impulsionou a produção de outras animações (Sato, 2007).

A partir do início da década de 60 dois eixos ou polos de animação passaram a coincidir no Japão: os longa-metragens e as animações limitadas à televisão (Tsugata, 2004). As produções de longa duração surgiram com forte influência estética dos desenhos Disney e têm no diretor Hayao Miyazaki de “A Viagem de Chihiro” o maior representante atual. Embora as transmissões pela TV tenham se

iniciado em 1953, os anos 1960-64 foram os mais expressivos em relação à inserção da televisão nos lares japoneses. Devido às restrições temporais e econômicas deste tipo de produção para o ciclo semanal televisivo nipônico os membros da *Mushi Pro* (produtora fundada por Osamu Tezuka) desenvolveram um estilo único de animação limitada, com o mangá sendo a base para a imagem em movimento. A estreia da primeira animação serializada para a televisão em 1961, *Astro Boy* (baseada no mangá de mesmo nome) é considerada um divisor de águas no âmbito das animações limitadas e dos mangás. O sucesso nacional e internacional de Tezuka estabeleceu uma ligação quase simbiótica entre essas mídias que tem sustentado as duas indústrias desde então. É importante ressaltar, ainda que grande parte dos filmes de animação não tenham uma relação direta com o mangá, alguns deles são adaptados para o formato de quadrinhos após seu lançamento devido ao grande sucesso com o público (Sato, 2007; Steinberg, 2012).

A transposição para o animê segue o estilo de desenho do mangá: os personagens são ilustrados com traçado econômico, com indivíduos de queixo saliente, olhos grandes e brilhantes, corpo esguio e longo, nariz e boca pequenos. No entanto, sua arte se difere por conter uma variabilidade de cores vivas cuja função vai além de colorir personagens e cenários. Os artistas utilizam truques de cores que auxiliam na construção da narrativa. Por exemplo, quando *Goku* atinge a forma de *Super Saiyajin* (transformação para uma forma extremamente poderosa), em *Dragon Ball Z*, seus cabelos se tornam dourados, os olhos ficam verdes e uma aura dourada envolve o corpo do personagem em movimento ascendente representando a energia *Ki*. Quanto maior e mais intenso o dourado da aura, mais poderoso é o personagem. Nesta mesma série, algumas técnicas de combate são representadas por uma esfera de cor intensa que consiste no acúmulo de uma grande quantidade de energia *Ki*. Outro aspecto dos animês, que se sobressai, é a presença de trilha sonora, que não atua somente como um fundo musical. Esse recurso participa na construção do clima das cenas e das almas dos personagens, dando identidade à animação.

Em relação aos mangás, o animê contém novos modos de mídia que permitem novas leituras. Por se tratar de uma adaptação, ele contém passagens que foram suprimidas, adicionadas ou adaptadas e, apesar de carregar referências, se constitui como novo produto, tão complexo e independente quanto à obra fonte. As comparações entre os elementos desses dois tipos de arte sequencial japonesa podem ser feitas, mas deve-se descartar o paradigma de que ambos são iguais ou de que um é superior ao outro.

Dr. Stone

Dr. Stone é um mangá que a partir de 2017 passou a ser serializado pela *Weekly Shonen Jump* (revista de mangá semanal). Atualmente possui dezenove volumes compilados em formato *tankōbon* e cada volume possui aproximadamente oito capítulos. A primeira temporada de sua adaptação para televisão foi produzida pela *TMS Entertainment* com direção de Shinya Iino e roteiro por Yui-chiro Kido. Estreou em julho de 2019 no canal japonês Tokyo MX, sendo encerrada em dezembro do mesmo ano com 24 episódios. Em 2021 a segunda temporada intitulada “*Dr Stone: Stone Wars*” foi exibida pelo mesmo canal e contou com 11 episódios. No Brasil, a primeira temporada foi transmitida pelo serviço de streaming *Crunchyroll* e a partir de 2020 sua versão dublada estreou no canal de TV por assinatura *Cartoon Network*.

A narrativa de *Dr. Stone* se desenvolve em um mundo fictício, após todos os seres humanos terem sido petrificados por um fenômeno misterioso. O protagonista, *Senku Ishigami*, estudante do Ensino Médio e entusiasta da ciência, desperta de forma desconhecida 3700 anos depois do acidente, em um mundo onde a natureza reocupou grande parte dos ambientes urbanos. Seis meses depois, o melhor amigo de *Senku* – *Taiju*, um adolescente com grande força física e que age sem pensar – também acorda e juntos os dois iniciam sua jornada a fim de restabelecer a humanidade. Após muitos experimentos *Senku* e *Taiju* produzem o nital – líquido capaz de eliminar a petrificação – e decidem reviver *Tsukata*, que possui alta aptidão física. No entanto, *Tsukata* acredita que o mundo em que

conhecemos não deu certo e decide iniciar a sociedade de uma forma diferente: sem tecnologia e revivendo apenas os seres humanos que ele julgava necessários. Assim, são formados o Reino da Ciência, liderado por *Senku* e o Poder do Império de *Tsukata*. Paralelo ao ilustrar da evolução da humanidade, a série mostra um conflito entre os dois “reinos” que vai além de combates: há um embate ideológico, já que *Senku* e seus apoiadores se guiam pela ciência e ética, enquanto o Poder do Império de *Tsukata* se alicerça no uso da força física nas batalhas, sem importar se haverá mortes.

Intermedialidade e Semiótica Peirceana

Os animês são transposições de mangás de grande sucesso comercial e podem ser estudados como produções intermediais. Os quadrinhos dos mangás são um tipo de mídia com determinado conjunto de modos semióticos, e nessa transposição passam a agregar outros: movimento, sonoridade, cor. A intermedialidade estuda relações entre mídias. Elleström (2021) afirma que relações intermediais devem ser investigadas em duas perspectivas: sincrônicas/heteromediais e diacrônicas/transmediais. A perspectiva diacrônica é ainda segmentada em outras duas: a intramedial (entre mídias similares) e a intermedial (entre mídias distintas).

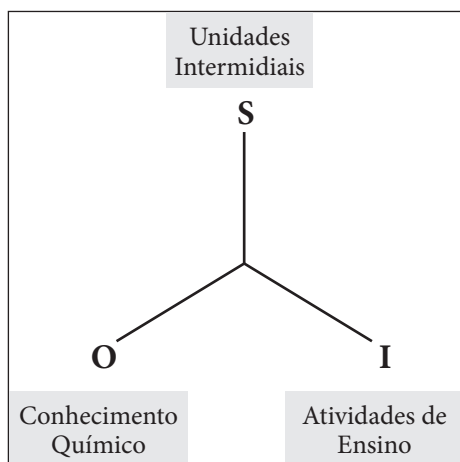
A relação entre as obras que estão no *corpus* de nosso estudo é considerada como um caso de transmedialidade intermedial, também denominada pelo autor como transformação de mídia, que ocorre “quando objetos já representados em esferas virtuais, criados por outros tipos de mídias, tornam-se parte de outra esfera virtual ao serem mediados novamente” (Elleström, 2021, p. 164). Aqui nos interessa estudar a relação intermedial em seu sentido estrito, já que nossa análise será feita entre produtos com diferentes modalidades: o mangá é multimodal em relação aos modos que combinam texto e imagem, por exemplo, e o animê é multimodal em relação a outros modos nos quais a imagem predomina: texto, sonoro, animação.

Dois aspectos considerados por Elleström são importantes em nosso estudo. O primeiro é a origem, delimitação e uso da mídia em circunstâncias históricas, culturais e sociais específicas. Elleström considera esse aspecto como qualificação contextual. As combinações das modalidades de mídia podem ser realizadas de muitas maneiras e, segundo o autor, muitas vezes. Todavia, não há como decidir sobre como realizar tais combinações automaticamente, com base exclusivamente nas propriedades modais. Isso nos coloca a oportunidade de dialogar com o cenário intermidial de combinação de mídias para produção de sentidos entre elas, a partir da intencionalidade da atividade docente em situações de ensino. O segundo, considera as características estéticas e comunicativas da mídia. Há, segundo Elleström, forte tendência de tratar as mídias de certas formas, situá-las dessa maneira e não de outra apenas quando certos aspectos qualitativos podem ser identificados. Esses aspectos, não estão inscritos na mídia, mas formados por convenções e padrões culturais. Assim, novamente percebemos a oportunidade de protagonismo de professores como indutores de novas formas de uso de modalidades de mídia, a partir da escola, como um vetor de cultura.

Em nosso estudo, tomamos como referência muitas das questões apresentadas no Conceito de Intermedialidade formulado por Elleström (2021), mas discordamos do autor quanto à existência de modalidades “pré-semióticas” (Elleström, 2021, p. 37), situadas nos aspectos material, sensorial e espaço-temporal das modalidades dos tipos de mídia. *Stricto sensu*, consideramos não ser produtivo delimitar ambientes pré-semióticos, além de nos parecer uma proposição imprópria ao agir intermidial. Por isso, delimitamos todos os aspectos de ação intermidial, entre o animê e o mangá, como espaço semiótico, ainda que nele estejam situados aspectos materiais, sensoriais e espaço-temporais. Essa premissa, tem como propósito manter coerência externa entre nossos estudos e a Semiótica de Peirce (1965), considerada fundamento de nossa análise intermidial. Assim, a análise se fundamenta na semiótica peirciana e recorta elementos a ela correspondentes no tratado de intermedialidade formulado por Lars Elleström.

Ao partirmos da semiótica peirciana, consideramos o espaço intermidial existente entre o animê e o mangá de Dr Stone como um complexo de unidades intermidiais (UIs) que operam semioses específicas, e de interesse para o ensino de química na escola básica. Tendo isso em mente, de acordo com Peirce, qualquer descrição de semiose deve necessariamente tratá-la como relação constituída por três termos irreduzivelmente conectados: signo, objeto e interpretante (SOI). S é o Signo, ou seja, entidade, estrutura ou processo que está sendo empregado na unidade intermidial para representar outra coisa. O é Objeto, a outra coisa que o signo representa. É importante afirmar que um objeto não se restringe como substância, propriedade ou coisa em si, podendo também ser outro signo ou processo semiótico. I é o interpretante, um efeito produzido, disparado ou mediado por professores em ambiente escolar ou processo de ensino, pelo uso de S conforme regulado por O (Queiroz; Atã, 2019). Em nosso estudo, formulamos as unidades intermidiais como signos (S), potencialmente produtores de sentidos em contextos voltados ao ensino de química. Na Figura 1 apresentamos a dimensão triádica SOI conforme delimitada neste momento de análise.

Figura 1 – Tríade Signo, Objeto e Interpretante (SOI) delimitada para o exercício de análise do estudo

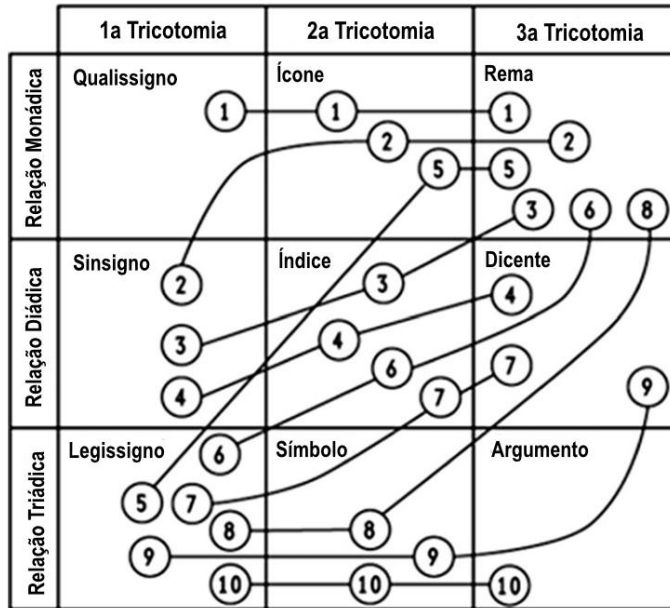


Fonte: elaboração dos autores.

As unidades intermediais devem funcionar como signos mobilizadores de semioses em uma caracterização triádica irreduzível. Nela, o que reúne todos os termos do complexo relacional não é qualquer soma de relações diádicas, como em outros estudos da Intermedialidade (Queiroz; Atã, 2019). Ao aplicar o modelo de semiose de Peirce, o agir intermedial é observado como essencialmente triádico e dependente do contexto. Nele, qualquer relação entre o signo e seu objeto depende do interpretante. A consequência metodológica dessa formulação teórica é que ao estudar uma relação de significado, temos que fazer referência a qual instância essa relação é significativa (Queiroz; Aguiar, 2015).

As diferentes semioses que as relações intermediais produzem podem ser estudadas em termos do sistema de dez (10) classes de signos desenvolvido por Peirce (Dangelo; Rezende; Araujo Neto, 2020). De acordo com esse sistema, um signo é fundamentado em alguma propriedade, evento, ou padrão regular (1ª tricotomia); em virtude do qual representa alguma qualidade, ocorrência ou lei (2ª tricotomia); para um terceiro elemento, uma interpretação de possibilidade, conexão física, ou tendência baseada em regras (3ª tricotomia).

Figura 2 – Cruzamentos que dão origem às dez classes de Peirce



Fonte: adaptada de Queiroz (2004, p. 89).

Ao observarmos a Figura 2 e seguirmos as trilhas numéricas delimitamos as dez classes: (1) qualissigno icônico remático; (2) sinsigno icônico remático; (3) sinsigno indicial remático; (4) sinsigno indicial dicente; (5) legissigno icônico remático; (6) legissigno indicial remático; (7) legissigno indicial dicente; (8) legissigno simbólico remático; (9) legissigno simbólico dicente; (10) legissigno simbólico argumentativo. O sistema obedece a uma “regra de qualificação” a qual estipula que um membro de uma categoria pode ser seguido por um membro de uma categoria “igual ou menor do que a si mesmo” (Queiroz, 2004, p. 90).

Não é nossa intenção no presente texto detalhar as relações hierárquicas entre as classes. Para leitores interessados na revisão ou aprofundamento em todas as suas variedades, sugerimos o texto de Queiroz (2004). Realizaremos à frente um estudo, entre o mangá e o animê de *Dr. Stone*. Nessa análise, focalizaremos um aspecto em particular das dez classes, situado em uma análise semiótica interme-

dial, e procuraremos também problematizar as dimensões: material, sensorial e espaço temporal, como elementos da semiose, logo semióticos.

Um estudo de análise intermidial

Em nossa análise, optamos por utilizar obras de *Dr. Stone* classificadas no gênero *shonen*, direcionadas ao público adolescente/infanto-juvenil. O critério de seleção inclui a pertinência do conteúdo sógnico a atividades de ciências nos anos finais do Ensino Fundamental.

Em uma avaliação preliminar, encontramos ao menos doze (12) unidades intermidiais competentes a este critério, e destas selecionamos três como exemplo, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Unidades intermidiais destacadas na análise das obras de *Dr. Stone*

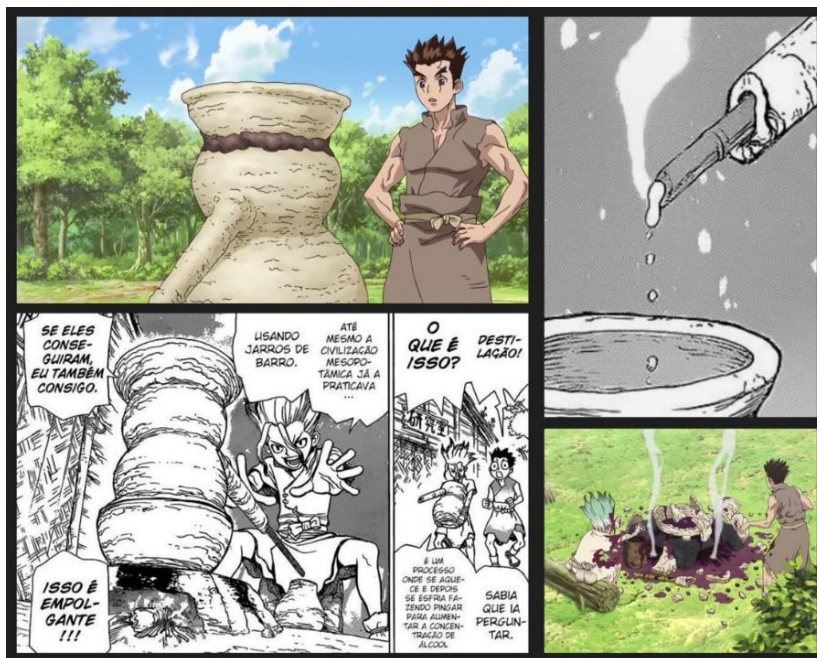
<i>Animê</i>	<i>Mangá</i>	<i>Contexto</i>	<i>Conteúdo</i>
S01E01 - <i>Stone World</i>	Volume 1 - Capítulo 02: <i>Fantasy vs. Science</i>	Destilação de vinho	Materiais e misturas
S01E11 - <i>Clear World</i>	Volume 4 - Capítulo 28: <i>Clear World</i>	Polimento de lentes de vidro	Dureza de minerais
S01E23 - Onda da Ciência	Volume 7 - Capítulo 57: <i>Heat Heart</i>	Aquecimento do tungstênio	Resistência dos metais ao calor

Fonte: elaboração dos autores. *Nota:* No animê: ‘S’ evoca a série e ‘E’ o episódio na série (S).

Analisaremos o evento que compõe a narrativa do segundo capítulo intitulado *Fantasy vs. Science*, presente no primeiro volume, lançado como mangá no Brasil pela Editora Panini em 2018, e o segmento do animê intitulado *Stone World*, contido no primeiro episódio da primeira temporada da animação. A unidade intermidial (UI) delimitada para o estudo aqui refere-se: às páginas 16 e 17 do mangá e ao segmento fílmico entre os minutos [18:44 – 19:58] do animê. A Figura 3 oferece ao leitor um diagrama que reúne alguns elementos sógnicos que compõem a UI da análise.

Nesse segmento, Senku tenta destilar mosto fermentado de uva para obter álcool, necessário para criar mais líquido de “despetrificação”. Taiju está assustado e Senku se concentra em fabricar um aparato de barro para realizar a destilação. Ao ser perguntado por Taiju sobre como a destilação pode acontecer, Senku formula: “aqueça, esfrie e deixe pingar, isso concentra o álcool” (animê); “é um processo onde se aquece e depois se esfria fazendo pingar para aumentar a concentração do álcool” (mangá). Diferentes quadros nas duas modalidades de mídia destacam a forma da peça de barro que será usada para destilação. No animê, um primeiro plano percorre verticalmente a peça. E as duas modalidades usam enquadramentos de detalhe para destacar o sentido lento e gradual do pingar do destilado obtido pelos personagens. Outro detalhe transposto do mangá para o animê refere-se à questão da cura do artefato de barro usado na destilação, que trinca e quebra.

Figura 3 – Elementos sógnicos do mangá e do animê Dr. Stone na Unidade Intermedial (UI)



Fonte: elaboração dos autores, a partir de segmentos das mídias originais.

O ponto de partida da análise é a primeira tricotomia: o que a UI é? Um legissigno. O fundamento desse signo na primeira tricotomia se estabelece como um arquétipo da cultura. Essa cultura agrega as dimensões espaço-temporais, materiais e sensoriais, entrelaçadas na primeira tricotomia. Claramente, estamos situando esse legissigno ao considerarmos certos interpretantes possíveis, estudantes do Ensino Fundamental em escolas de grandes centros e regiões metropolitanas. Há nessa aposta um compromisso com a percepção de que esses estudantes tem mangás e animês como elemento de sua cultura. É possível fazer esse tipo de anotação ao tomarmos desde esse momento inicial o signo em sua primeira tricotomia.

Devemos nos lembrar da semiose como forma de agir inextricavelmente triádica. O Signo só é algo de um Objeto para um Interpretante (SOI). Assim, esse signo funciona como um sistema legal. A Lei em Peirce não se confunde com necessidade, tão pouco com norma. Ela é uma “força condicional permanente” (Santaella, 2009, p. 262), ou seja, uma regularidade que se projeta no futuro. A lei aqui governa a forma de ler esse signo intermedial, composto de imagens, textos, sonoras, falas de personagens, além dos próprios destaques de montagem e estética de mangás e animês. Todos são reconhecidos como legissignos para o interpretante (atividade numa escola). A força viva da lei conforma os elementos da primeira tricotomia.

Ao avançarmos para a segunda tricotomia, entendemos a relação do signo com seu objeto em termos da iconicidade e assim estipulamos um legissigno icônico. O legissigno icônico é descrito por Peirce como fundamento legal ou convencional, a situação firmada anteriormente em termos de cultura para os estudantes, que incorpora qualidade e produz no interpretante uma ideia parecida com o objeto. Há no signo uma regra geral que rege a qualidade das instâncias do signo tal que elas representam seus objetos por semelhança (Borges, 2015). O objeto da UI selecionada, enquanto conhecimento químico escolar em uma atividade no ensino fundamental, é destilação. Sobre esse objeto, a UI (um legissigno) manifesta certa forma ou qualidade que se mantém persistentemente

entre o mangá e o animê. Este signo contém alguma estrutura formal de grande utilidade, se pudermos efetivamente isolar o que é essencial nele para um interpretante pode-se então passar por um processo de reelaborar esse signo icônico com aspectos dele, que não fazem parte do ícone propriamente dito, mas que se deseja isolar conceitualmente para a finalidade interpretativa. O animê e o mangá manifestam como ícone uma aparelhagem de destilação artesanal, construída por Senku, nos moldes materiais daquelas dos alquimistas da antiguidade. A forma da aparelhagem é uma expressão icônica das formas dos destiladores dos alquimistas. Inclusive a UI (veja exemplo na Figura 3) é capaz de expressar, em relação a esse objeto, a dificuldade de conseguir o cozimento adequado do material cerâmico de destilação, uma manifestação também icônica da técnica envolvida na destilação na antiguidade (Biringuccio, 1959).

A terceira tricotomia de nossa UI é orientada pela hierarquia das dez classes. Um legissigno icônico só pode ser remático para seu interpretante. Signos remáticos evidenciam as qualidades dos seus objetos sem indicação do mesmo. Indicar aqui significa um movimento na direção da secundidade do interpretante, configurando dicência, um dizer sobre. Na medida em que partilha as qualidades do seu objeto e na medida em que é tautológico na sua referência às qualidades bem conhecidas e, portanto, pressupostas do objeto, o signo rematicamente icônico é um sinal auto-referencial (Noth; Bishara, 2007). O apontamento de caráter remático para nossa UI pode ser verificado na seleção de frames e recortes de quadrinhos expostos na Figura 3. Quanto à destilação nessa UI, objeto na tríade SOI, o signo intermedial se coloca em relação ao interpretante (uma atividade didática) como algo vago. Mas esse aspecto não deve ser tomado como restrição, e sim como potência, além de um convite ao agir docente.

Como um signo vago sobre destilação, remático, que não indica características do processo, a menos de certo reducionismo nos termos “aquecer e esfriar para aumentar a concentração de álcool”, o lugar do professor está precisamente demandado para o agir da, e com a UI. O professor tem nesse agir intermedial, com essas “demandas de sentido”, a possibilidade de mediar sentidos acerca des-

sas lacunas deixadas pelo rema. Esse professor pode agir como outra modalidade entre, nessa intermedialidade.

Considerações finais

O sistema de dez classes, integrado ao conceito de semiose em Peirce, oferece a possibilidade de constituirmos análises semióticas em perspectivas amplas e potentes. Esse viés teórico expande, em medida não completamente delimitada ainda, as posições da ação intermidial. Nossa posição pode oferecer uma alternativa para superar a restrição do espaço semiótico das mídias em relação aos objetos, como tratada por Elleström, que reconhece unicamente na iconicidade, indicialidade e simbolicidade seus “principais traços” (Elleström, 2021). Procuramos oferecer com a análise intermedial do produto cultural *Dr. Stone*, entre sua manifestação como animê e como mangá, um exemplo do potencial da Semiótica de Peirce como sistema teórico de precedência e referência para análises intermidiais, cada vez mais presentes no campo do ensino de ciências (Quadros, 2020).

Reafirmamos que o potencial da produção de sentidos dos signos intermidiais só pode ser determinado por meio da investigação de práticas, discursos e convenções historicamente determinados. A orientação de um estudo teórico sobre as formas intermidiais de agir para modalidades de mídia como mangás e animês, oferece à prática docente do ensino de química da educação básica um meio revelador de conteúdo. Eles podem ser dispostos como signos que passam a ser utilizados de determinada forma quando instanciados em produtos educacionais. Novamente, nesses casos, passam a adquirir certas qualidades, em determinado momento (situação de ensino) para certo contexto cultural e social.

A semiose em nosso estudo não tem pretensão de cristalizar sentidos restritos para o agir de *Dr. Stone* na sala de aula entre o mangá e o animê. Assim, a escolha por uma das dez classes, notadamente um “legissigno icônico remático” (classe referente ao número “5” na Figura 2), revela, tão somente, um ponto de partida na pesquisa. Especialmente, acreditamos que a dimensão remática é

intrinsecamente provocadora. O mundo digital deve entrar como mais um dos modos provedores de modalidades de mídia na escola, e não como definidor de vantagens “a priori”.

A tecnologia é mediada de maneira distinta entre diferentes indivíduos, comunidades e culturas. Ao mesmo tempo, necessitamos ampliar o debate sobre os usos das modalidades de mídia na escola, antes de sermos definitivamente alcançados por tendências totalizantes de formatos e estéticas. A emancipação deve ser perseguida como objetivo permanente na atividade escolar, e um mergulho semiótico entre diferentes modalidades de mídia pode ser mais um valioso exercício para a práxis docente.

Referências

BIRINGUCCIO, Vannoccio. **The Pirotechnia**. New York: Dover, 1959.

BORGES, Priscila, Compreendendo os sistemas de classes de signos de C. S. Peirce. Uma comparação entre os sistemas de 10 e 66 classes. **Revista Eletrônica da Pós-Graduação da Cásper Líbero**, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 1-16, 2015.

BRENNER, Robin E. **Understanding Manga and Anime**. Westport, Conn: Libraries Unlimited, 2007.

DENISON, Rayna. Sci Fi Anime: Cyberpunk to Steampunk. *In*: DENISON, Rayna. **Anime: A critical introduction**. London: Bloomsbury Publishing, 2015. cap. 2, p. 141-216.

ELLESTRÖM, Lars. **As modalidades das mídias II**: um modelo expandido para compreender as relações intermídiais. Porto Alegre: EDIPUCRS. 2021.

INAGAKI, Riichiro. **Dr Stone**: Clear World. São Paulo: Panini, v. 4, n. 28, 2019a.

INAGAKI, Riichiro. **Dr Stone**: Fantasy vs. Science. São Paulo: Panini, v. 1, n. 2, 2018.

INAGAKI, Riichiro. **Dr Stone**: Heat Heart. São Paulo: Panini, v. 7, n. 57, 2019b.

MELO, Isabel Vitória da Silva de. O anime Dr. Stone e as TIC's como aliados no Ensino de Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental. *In*: FRANCO, Luiz Gustavo (org.). **Ciência em contexto**: propostas para construir espaços-tempos de ciências na escola. Rio de Janeiro: Na Raiz, 2021. cap. 17, p. 453-472.

- NAPIER, Susan J. **Anime from Akira to Princess Mononoke**: Experiencing contemporary Japanese animation. New York: Palgrave, 2005.
- NOTH, Winfried; BISHARA, Nina. **Self-reference in the media**. Berlin: De Gruyter, 2007.
- PEIRCE, Charles Sanders. **Collected papers of Charles Sanders Peirce**. Cambridge, Mass: Belknap Press of Harvard University Press, 1965.
- QUADROS, Ana Luiza de. **Representações multimodais no ensino de ciências**: compartilhando experiências. Rio de Janeiro: CRV, 2020.
- QUEIROZ, João. **Semiose Segundo C. S. Peirce**. São Paulo: Educ Fapesp, 2004.
- QUEIROZ, João; AGUIAR, Daniella C. S. Peirce and Intersemiotic Translation. *In*: TRIFONAS, Peter Pericles (ed.). **International Handbook of Semiotics**. Berlin: Springer, 2015. p. 201-215.
- QUEIROZ, João; ATÁ, Pedro. Intersemiotic Translation, Cognitive Artefact, and Creativity. **Adaptation**, Abingdon, v. 12, n. 3, p. 298-314, Nov. 2019.
- RUBLE, Julie; LYSNE, Kim. The animated classroom: Using Japanese Anime to engage and motivate students. **English Journal**, New York, v. 100, n. 1, p. 37-46, Sept. 2010.
- SANTAELLA, Lucia. **Matrizes da linguagem e pensamento**: sonora, visual, verbal. São Paulo: Iluminuras, 2009.
- SEGALL, Albert E. Science fiction in the engineering classroom to help teach basic concepts and promote the profession. **Journal of Engineering Education**, Hoboken, n. 91, p. 419-423, Oct. 2002.
- STEINBERG, Marc. **Anime's media mix**: Franchising toys and characters in Japan. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2012.
- TSUGATA, Nobuyuki. **Nihon Animation no Chikara**: Hachiju-go-nen no Rekishi o suranuku Futatsu no Jiku (The power of Japanese animation: Two Axes running through an 85-year history). Tokyo: NTT Shuppan, 2004.

Capítulo 13

O Ensino de Química no ensino médio e as contribuições da teoria histórico-cultural de Vigotski nos anais do ENEQ

Maria Bernadete Pinto dos Santos
Luiza Rodrigues de Oliveira
Rose Mary Latini
Valmir Cândido Sbano

Introdução

A disciplina de Química é considerada por muitos estudantes como de difícil compreensão. O Ensino de Química, na maior parte das escolas, carece de significado em razão da forte tendência dos métodos de ensino por conceberem, concordando com Vigotski (2008), o ensino e aquisição do conhecimento científico como um processo de treinamento onde somente a compreensão e assimilação são importantes. Não há o entendimento, por parte dos educadores, de que esses conhecimentos têm uma história interna (Vigotski, 2008), que são resultantes do desenvolvimento, com a aprendizagem das funções psicológicas do indivíduo.

Lev Semyonovitch Vigotski foi um psicólogo russo que lançou as bases para a compreensão das funções psicológicas superiores, fundamentando-se nos métodos e princípios do materialismo dialético e no materialismo histórico. Suas investigações mostraram “que o desenvolvimento das bases psicológicas para a aprendizagem de matérias básicas não precede esse aprendizado, mas se desenvolve numa interação contínua com as suas contribuições” (p. 126), criando a área de desenvolvimento potencial (Vigotski, 2008; Vigotski, 1991). Ele afirma que o

desenvolvimento das funções psicológicas superiores tem uma natureza social e cultural, significando que “o funcionamento psicológico tipicamente humano se fundamenta nas relações sociais entre o indivíduo e o mundo exterior, as quais se desenvolvem num processo histórico” (Oliveira, 1992, p. 1)

Várias pesquisas vêm sendo realizadas sobre a apropriação dos pressupostos da abordagem histórico-cultural de Vigotski nas produções acadêmicas brasileiras. No ensino de ciências destacamos o mapeamento realizado por Gehlen, Schoroeder e Delizoicov (2007) dos conceitos vigotskianos e das práticas pedagógicas que os estruturam, nas produções acadêmicas dos eventos I e V do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) nas áreas de Biologia, de Química e de Física. Bonfim, Solino e Gehlen (2017) mapearam a produção de teses e dissertações da área de “Educação em Ciências”, do período de 1991 a 2015, buscando, dentre outros, o entendimento dos conceitos vigotskianos abordados.

Assim, à luz da teoria de abordagem histórico-cultural de Vigotski e com o foco no ensino de Ciências da Natureza, em especial o Ensino Médio (EM) de Química, propõe-se uma análise de trabalhos de relatos de sala de aula sobre Ensino de Química na escola básica, balizados em Vigotski, publicados nos anais dos eventos do Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), no período de 2006-2018, tendo como principal objetivo avaliar a apropriação das ideias do autor, observando como o ensino e a aprendizagem, a mediação, a aproximação entre os conceitos cotidianos e científicos estão sendo estabelecidos nesses trabalhos. Dessa forma, a análise dos trabalhos implica encontrar os vínculos entre os pressupostos teóricos vigotskianos e as atividades em sala de aula.

Principais conceitos vigotskianos

Para Vigotski (2008, p. 72), a formação de conceitos é uma “atividade complexa em que todas as funções intelectuais básicas tomam parte”. Ele considera que o desenvolvimento desse processo começa precocemente na infância. Entretanto,

a base psicológica para seu pleno desenvolvimento se configura e desenvolve somente na puberdade. Afirma ainda, que a compreensão do mecanismo do desenvolvimento da formação de conceito deve alicerçar-se nas “relações intrínsecas entre as tarefas externas e a dinâmica do desenvolvimento” (Vigotski, 2008, p. 73) e “considerar a formação de conceitos como uma função do crescimento social e cultural global do adolescente que afeta não apenas o conteúdo, mas também o método de seu raciocínio” (Vigotski, 2008, p.73). Esta afirmação pode levantar questões acerca de qual seria a diferença desse aporte teórico para outros que afirmam o desenvolvimento pleno na puberdade. A diferença está marcada por dois pontos fundamentais que constituem a obra do psicólogo russo – o desenvolvimento não cessa na puberdade, pois, para o autor, pensamento e linguagem se constituem dialeticamente diante da cultura. Toda vez que nos deparamos com conceitos sistematizados que não conhecemos, avançamos, pois temos que, com a mediação do outro da cultura, exercitar a relação entre pensamento e linguagem, que não está definitivamente estabelecida com a chegada à puberdade, ao chamado estágio do desenvolvimento lógico-formal. Essa relação dialética entre pensamento e linguagem está sempre sendo feita.

O outro ponto fundamental é, como podemos notar, a importância da cultura, da mediação do outro, que não se trata apenas de facilitação, de criar condições ideais de aprendizagem e de desenvolvimento, mas de intervenção. É pela internalização (fala interior) de processos interpsicológicos (fala exterior) que o aprendiz movimenta o desenvolvimento, sendo fundamental a mediação do outro da cultura. “Portanto, o processo de subjetivação para Vigotski (Molon, 2010) acontece com uma intervenção de membros socialmente mais maduros, que dão sentido a como ser numa e pertencer a uma determinada cultura” (Oliveira; Latini; Sbano, 2016, p. 60), mas essa internalização retorna à realidade, pois “pela imaginação se incorporam e se exercitam as práticas sociais, mas, também estas práticas assim se modificam, pois a combinação de elementos hauridos da realidade traz a modificação pela marca da singularidade” (Oliveira; Latini; Sbano, 2016, p. 62 *apud* Vigotski, 2013). Trata-se, portanto, de uma perspectiva de

cultura que não é uma superestrutura sobre o sujeito nem é produto das suas ações, mas a realidade concreta que se constitui entre a memória e o ato.

A teoria de Vigotski sobre a inter-relação entre o conceito científico na infância e os conceitos cotidianos, quando a considera como um caso especial da relação entre o aprendizado escolar e o desenvolvimento mental das crianças, culmina num importante conceito que é a denominada Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). A ZDP é, de acordo com Vigotski (2008), a “discrepância entre a idade mental real de uma criança e o nível que ela atinge ao resolver problemas com o auxílio de outra pessoa” (Vigotski, 2008, p. 128). Desse modo, a interferência na ZDP, por meio da mediação de um adulto ou de crianças mais experientes, direciona a criança para realização de atividades que ela não é capaz de fazer sozinha, isto é, a utilização dessa zona mobiliza as funções psicológicas em fase de amadurecimento, fazendo com que o aprendizado caminhe a frente do desenvolvimento (Vigotski, 2008).

As contribuições significativas dessa teoria para área de educação são reconhecidas por muitos educadores, dentre eles Rego (2013) e Bastos (2014). Assim, a formulação de alternativas no plano pedagógico e os subsídios para pensar o ensino, o papel do educador e sua intervenção educativa (Rego, 2013; Bastos, 2014) nos impulsionam à busca do entendimento dos significados, na concepção vigotskiana, dos conceitos científicos e conceitos prévios do sujeito, de como se relacionam, do lugar da escola e, de como se constitui o processo de ensino-aprendizagem.

É na escola que o indivíduo constrói, por meio de atividades sistematizadas, conceito científico, que tem, desde seu início, a sua relação com o objeto mediada por outro conceito (Vigotski, 2008). Um conceito científico internalizado terá uma posição no sistema de conceitos científicos, hierarquicamente relacionados, tornando-se, dessa maneira, consciência, isto é, generalização (Vigotski, 2008). É importante ressaltar, como um dos fundamentos da obra do psicólogo russo, que a consciência não é o mesmo conceito definido pela abordagem cartesiana, haja vista a relação entre memória, cultura, imaginação, pensamento, linguagem

e ato criativo na relação entre fala interior e fala exterior. Assim, é condição para entendermos a obra de Vigotski a ideia de que a consciência não é uma substância em si e nem um produto da cultura. A consciência é ato criativo, pois não parte

[...] daquilo que os homens dizem, imaginam ou representam, e tampouco dos homens pensados, imaginados e representados para, a partir daí, chegar aos homens de carne e osso; parte-se dos homens realmente ativos e, a partir do seu processo de vida real, expõe também o desenvolvimento dos reflexos ideológicos e dos ecos desse processo de vida [...]. Não é a consciência que determina a vida, mas a vida que determina a consciência. (Max; Engels, 1977, p. 37).

E vida é a relação dialética entre o sujeito e a cultura.

O aprendizado escolar desempenha, portanto, um papel decisivo no sujeito em seus próprios processos mentais, já que será o indutor da percepção generalizante e abstrata da realidade e, ainda, da consciência reflexiva do sujeito. Nessa perspectiva, a evolução do conceito científico está atrelada ao desenvolvimento de muitas funções intelectuais na criança, tal como acima discutidas – memória, imaginação, pensamento, linguagem (Vigotski, 2008). No lado oposto, estão as experiências do cotidiano, extraescolares, onde a criança entra em confronto com situações concretas, adquirindo, desse modo, um conhecimento assistemático, não podendo, desse modo, operar os problemas de forma deliberada porque não tem consciência dos seus conceitos (Vigotski, 2008).

Esses dois tipos de conceitos embora divirjam na sua origem, na concepção de Vigotski (2008, p. 135), seus processos de desenvolvimento se “relacionam e se influenciam constantemente”.

Assim, os conceitos científicos e cotidianos, inicialmente se desenvolvem em direções contrárias, mas evoluem para um único ponto, pois a sistematização que se estabelece na mente da criança por meio do conceito científico será transferida para os conceitos cotidianos, mudando sua estrutura (Vigotski, 2008). Essas vias diferenciadas de formação de conceitos dão lugar a uma interação entre

ambos em que a escola, enquanto veículo de interação sociocultural desempenha um papel fundamental (Pozo *et al.*, 1991). Em outras palavras, o conceito científico fornece a estrutura para o desenvolvimento ascendentes dos conceitos prévios da criança em relação à consciência e ao uso deliberado (Vigotski, 2014).

Cabe à escola proporcionar atividades de ensino e aprendizagem que promovam a ampliação e a construção de novos conhecimentos partindo, de acordo com Rego (2013), dos conhecimentos do cotidiano da criança, isto é, dos seus conceitos sobre objetos, fatos e fenômenos, suas “teorias” sobre o mundo incidindo, desse modo, na zona de desenvolvimento potencial do educando.

Para Oliveira (2010), a capacidade que a criança tem de realizar atividade por meio de mediação do outro é fundamental na teoria de Vigotski pois, além da interação social no processo de construção das funções psicológicas, ela assegura que “não é qualquer indivíduo que pode, a partir da ajuda do outro, realizar qualquer tarefa” (Oliveira, 2010, p. 59), pois a capacidade de se beneficiar da mediação do outro vai depender de a criança ter alcançado um certo nível de desenvolvimento.

Assim, de acordo com Vigotski (1991, p. 15), “o único bom ensino é o que se adianta ao desenvolvimento”, ou seja, “que se dirige às funções psicológicas que estão em vias de se completarem” (Rego, 2013, p. 107). Sendo, portanto, aquele que incide na zona de desenvolvimento proximal, por meio da mediação do educador, se constituindo numa interação social com o sujeito, exercendo dessa forma um papel fundamental na construção do ser psicológico adulto do indivíduo (Oliveira, 2010).

Nesse contexto, é preciso não perder de vista que essas concepções sobre os conceitos científicos e prévios e suas inter-relações, a relação entre aprendizagem e desenvolvimento e a zona de desenvolvimento proximal têm suas bases assentadas no postulado da psicologia histórico-cultural de Vigotski, pois “as funções psíquicas superiores são processo mediados, e os signos constituem o meio básico para dominá-las e dirigi-las” (Vigotski, 2008, p. 70). No caso do processo de formação de um conceito, o signo que é incorporado à sua estrutura, é a palavra. O uso deliberado da palavra é decisivo “como meio pelo qual conduzimos as nossas

operações mentais, controlamos o seu curso e as canalizamos em direção à solução de problema que enfrentamos” (Vigotski, 2008, p. 73).

A essência da teoria histórico-cultural de Vigotski está na constatação de que o homem, diferente dos animais, interage com o meio sociocultural que está inserido, transformando-o e sendo por ele transformado (Bastos, 2014), “num constate movimento de recriação e reinterpretção de informações, conceitos e significados” (Rego, 2013, p. 55).

Desse modo, feitas as aquisições pela criança, as práticas sociais historicamente construídas são incorporadas ativamente como formas de comportamento já consolidadas na experiência humana. Essa relação do sujeito com o mundo é, na concepção vigotskiana, mediada por dois elementos, os instrumentos e os signos, que têm, respectivamente, as funções de “regular as ações sobre os objetos” e sobre o “psiquismo das pessoas” (Rego, 2013, p. 50). Desse modo, os aspectos tipicamente humanos do comportamento da teoria histórico-cultural de Vigotski e sua implicação no ensino escolar ficam bem caracterizados na sua concepção sobre as relações entre desenvolvimento e aprendizagem, especialmente, a zona de desenvolvimento proximal (Oliveira, 2010).

Encaminhamentos metodológicos

Trata-se de uma pesquisa qualitativa e interpretativa. A base de coleta dos dados foram os anais dos eventos do ENEQ, com recorte temporal de (2006 a 2020). O ENEQ foi realizado pela primeira vez em 1982, ocorre a cada dois anos, é organizado pela Divisão do Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química, com finalidade de promover discussão e socialização das produções da área de Química, ele reúne professores, pesquisadores e estudantes da área de Química envolvidos nos ensinos básico e superior.

A seleção dos trabalhos foi realizada em quatro etapas. A primeira, por meio dos títulos e das palavras-chave: Abordagem Histórico-Cultural (AHC), Vigotski, Conceito científico e Conceito cotidiano (prévio). A segunda, classificou os trabalhos selecionados em completos e resumos. Na terceira etapa, foi realizada a classificação dos trabalhos completos, considerando o critério de relatos de salas de aulas realizadas no ensino médio. Finalmente, na quarta etapa, extraiu-se os dados do *corpus* de análises e a partir das leituras dos trabalhos emergiram as categorias de análise relacionadas à apropriação do pensamento de Vigotski às práticas de sala de aula.

Nesse sentido, foram obtidas as seguintes categorias: a dissociação entre a teoria e prática; a aproximação entre teoria e prática e a dialogia entre teoria e prática. Na categoria “dissociação entre teoria e prática” estão aqueles trabalhos, que apesar de apresentarem referencial teórico baseado na abordagem histórico-cultural de Vigotski, a prática de sala de aula não está pautada na mesma. Na categoria “aproximação entre teoria e prática” estão os trabalhos que apresentam uma “tentativa” de aproximação da teoria à prática, caracterizada pela frágil compreensão de alguns dos pressupostos de teóricos da AHC. Foram considerados na categoria “dialogia entre teoria e prática” os trabalhos que durante a prática educativa puderam fazer observar os pressupostos do AHC.

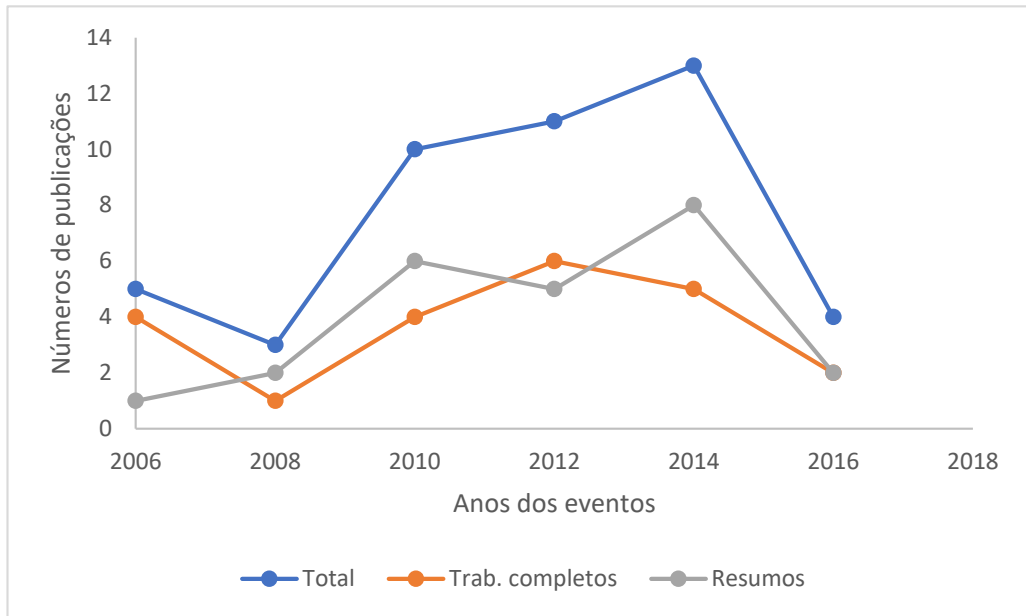
A análise do discurso presente nos textos foi realizada utilizando-se a metodologia de análise textual discursiva apresentada por Moraes e Galiazzi (2011). Eles consideram que o processo metodológico de análise e interpretação deve ser organizado nas etapas de unitarização ou desmontagem dos textos com objetivo de constituir unidades de categorização e de comunicação.

Vigotski e o Ensino de Química

O levantamento de publicações previsto na primeira etapa identificou um total de 55 publicações, apresentados na Gráfico 1, classificadas por ano, números de publicações e tipos de trabalhos apresentados. Pode-se observar que a partir

de 2008 houve uma tendência de crescimento das publicações que é revertida em 2016. No período de 2010 a 2014 o percentual médio de publicações é 20%.

Gráfico 1 – O quantitativo das publicações nos anais do ENEQ (2006-2020)



Fonte: elaboração dos autores, a partir de dados dos anais do ENEQ.

No total de trabalhos publicados (55), cerca de 48% são trabalhos completos (27). No Quadro 1, pode ser visualizada a classificação dos trabalhos completos, considerando os critérios estabelecidos neste estudo. Verifica-se que o público-alvo são alunos de diversos níveis de ensinos, alunos com deficiência e professores.

Quadro 1 – Classificação dos trabalhos completos a partir dos critérios, públicos-alvo e tipos de estudo

<i>Anos</i>	<i>Trabalhos</i>	<i>AHC</i>	<i>Públicos-alvo</i>	<i>Tipos de estudo</i>
2006	T1	sim	alunos do EM	relato de sala de aula
	T2	sim	alunos de Grad.	pesquisa
	T3	não	alunos do EM	relato de sala de aula
	T4	sim	alunos de Grad.	relato de sala de aula
2008	T5	sim	prof. de química	oficina de vídeo
2010	T7	sim	seis crianças de um projeto de ciências	relato de experiência
	T8	sim	prof. indígenas	pesquisa
	T9	sim	alunos do EM	relato de sala de aula
2012	T10	sim	alunos do EM	relato de sala de aula
	T11	sim	alunos do EM (pré- iniciação científica)	relatos de experiência
	T12	sim	alunos do EM e professor	análise de uso de modelos
	T13	sim	alunos de Grad.	relato de sala de aula
	T14	sim	alunos de Grad.	análise das interações discursivas
	T15	sim	alunos do EF	relato de sala de aula
	T16	sim	educação básica	reflexão Educação Básica
2014	T17	sim	aluna do EF do EJA	relato de aula
	T18	sim	alunos do EF	relato de sala de aula
	T19	sim	prof. de química	proposta de referencial teórico
	T20	sim	alunos do EM	pesquisa
	T21	sim	alunos do EM	relato de sala de aula
2016	T22	sim	alunos deficientes auditivos	revisão de literatura
	T23	sim	alunos do EM	relato de sala de aula
2018	T24	sim	alunos do ES	pesquisa
	T25	sim	-	pesquisa
	T26	sim	3 (três)estudantes do curso de edificação	oficina
2020	T27	sim	-	revisão de literatura
	T28	sim	-	Discussão teórica

Fonte: elaboração dos autores.

Nota: AHC (Abordagem Histórico-Cultural); ES (Ensino Superior); EM (Ensino Médio); EF (Ensino Fundamental); Grad. (Graduação); Prof. (Professor).

Os tipos de estudos são relatos de experiências, oficinas, pesquisas e discussões teóricas. Apesar de os relatos de experiência serem significativos (49%), somente cerca de 18% (5 trabalhos completos) são relatos de aulas de Ensino de Química no EM ancorados na teoria histórico-cultural de Vigotski. Entretanto, o trabalho T12 não será considerado, tendo em vista se tratar de investigação dos pesquisadores, com base na teoria de Vigotski, da aula de um professor ancorada no construtivismo.

Assim sendo, o *corpus* da análise textual discursiva se constitui em (4) quatro trabalhos completos, publicados nos anais de 2006(1), 2010(1), 2016(1) e 2018(1).

A Abordagem Histórico-Cultural de Vigotski no Ensino de Química no ensino médio

O corpus da análise textual discursiva e sua classificação em categorias estão dispostos no Quadro 2, em ordem crescente dos anos de realização dos eventos. Ele é constituído de relatos de aulas para alunos dos 1º, 2º e 3º anos do EM. As contribuições institucionais são das regiões do Nordeste (UFBA), do Sudeste (UFMG), do Sul (USP) e do Centro-Oeste (UNB). Os conteúdos de química abordados são soluções, termoquímica, separação de misturas, pH, densidade etc. Em geral, há uma tendência de articular os conteúdos com a realidade dos sujeitos por meio de exemplos de situações do cotidiano ou de abordagens com foco em questões socioeconômicas sobre o uso de combustíveis fósseis e, com mais frequência, as ambientais e socioeconômicas relativas ao uso da água. Percebe-se, assim, a tentativa de aproximação das realidades cotidianas das escolares por meio da contextualização (concretude).

Quadro 2 – *Corpus* da análise textual discursiva e classificação em categorias

<i>Edição/Ano</i>	<i>Títulos dos Trabalhos</i>	<i>Autores</i>	<i>Categorias</i>
XIII ENEQ/2006	A dissolução dos compostos iônicos em água: concepções iniciais de alunos	Renata Pereira Lopes, Ana Luiza de Quadros	Dissociação entre teoria e prática
XV ENEQ/ 2010	O reuso de água como tema gerador para o desenvolvimento do processo de ensino aprendizagem em ciências	Paulo César R. Araújo, Gerson de Souza Mól, Patrícia F. L. Machado.	Dialogia entre teoria e prática
XVIII ENEQ/2016	Possibilidades e limitações da inserção de aspectos sociais em aula de química: uma análise sob a perspectiva da teoria histórico-cultural e da teoria da atividade	Beatriz V. Schneider-Felicio, Mauricio dos Santos Matos, Cristiano Mattos	Dialogia entre teoria e prática
XIX ENEQ/2018	Uso de atividades lúdicas, experimentais e modelagem para o ensino e aprendizagem de soluções: Uma abordagem histórico-cultural	Carolina Santos Bonfim, José J. do Amaral Filho.	Aproximação entre teoria e prática

Fonte: elaboração dos autores.

Os principais conceitos vigotskianos encontrados foram: zona de desenvolvimento proximal; conhecimento espontâneo, formação de conceito, linguagem, conhecimento científico, palavra, generalização, instrumentos mediadores, conceitos internalizados, memória voluntária, imaginação, atenção voluntária, interação/social/mediação, consciência. Esses resultados se aproximam dos que foram encontrados por Gehlen, Schoroeder e Delizoicov (2007) e Bonfim, Solino e Gehlen (2017) que identificaram os conceitos de ZDP, linguagem, conhecimentos espontâneos, conhecimentos científicos, linguagens, internalização, media-

ção, interação como os mais usados nos respectivos mapeamentos dos eventos do ENPEC (I e V) e nas teses e dissertações relacionadas ao Ensino de Ciências. No entanto, os signos e pensamentos e linguagens percebidos por Gehlen, Schoroder e Delizoicov (2007) como os mais difundidos, não foram identificados nesta pesquisa nem no mapeamento de Bonfim, Solino e Gehlen (2017).

A maior parte dos trabalhos (75%) traz perspectiva freireana em consonância com as ideias de Vigotski.

Apropriação do pensamento de Vigotski nas práticas de sala de aula

Na categoria *dissociação entre teoria e a prática* identificamos os trabalhos de Lopes e Quadros (2006) que trabalharam com o conteúdo soluções, apoiando-se em situações de vivências de alunos tais como o uso de sal de cozinha, abordagem sobre sais dissolvidos na água do mar. As autoras trazem a definição da zona de desenvolvimento proximal (ZDP) de Vigotski e se apoiam numa proposta de uso de metodologia que proporcione uma evolução dos conceitos prévios dos alunos. Partem do pressuposto de que os alunos do ensino médio estão com idade em que já têm desenvolvido sua capacidade para a abstração, portanto, para o pensamento conceitual. Nessa perspectiva, elas buscaram, por meio de acompanhamento de questionários das concepções prévias e de verificação de aprendizagem dos estudantes, pistas da evolução conceitual dos aspectos microscópicos dos conteúdos estudados. Entretanto, as autoras não relatam como foi a abordagem pedagógica da professora na mediação para a evolução das concepções prévias dos alunos, embora reconheçam que a partir delas deve-se criar desafios (utilização de diversos meios e instrumentos de apoio e suporte) que possibilitem ir além. Isso pode ser constatado a partir do seguinte relato:

Após a aplicação do primeiro instrumento de análise, foram dadas as aulas sobre ligações químicas e, segundo a professora regente, foram abordados os seguintes itens: -Conceitos de ligações; -Conceito de íons-cátions e aníons [...].

Posteriormente a estas aulas, aplicou-se o segundo instrumento aos alunos presentes em sala de aula, sendo um total de 30 estudantes, tendo por objetivo a análise da evolução das concepções prévias averiguadas no primeiro instrumento. (Lopes; Quadros, 2006, p. 4).

Dessa forma, com base nas ideias de Vigotski (2008), a evolução das concepções prévias (conceitos cotidianos) dos aspectos microscópicos do conteúdo de Química poderia ser estimulada a partir de uma abordagem pedagógica que promovesse um movimento dialógico dialético com o intuito de forçar a trajetória dos conceitos cotidianos ou prévios para cima para abrir caminho para os conceitos científicos e seu desenvolvimento descendente.

Na categoria *aproximação entre teoria e prática* foi considerado o trabalho de Bonfim e Amaral Filho (2018). Eles também utilizaram o conteúdo de soluções e relatam a aplicação de uma sequência didática, em uma turma da 2ª série do Ensino médio de uma escola da rede pública da Bahia, estruturada com base nos Três Momentos Pedagógicos de Demétrio Delizoicov. O tema da sequência foi “água, a fonte de energia”. O ponto de partida, segundo os autores, “são as questões da água em seus diversos ambientes, poluição, seus ciclos e importância socioeconômica” (Bonfim; Amaral Filho, 2018, p. 1). De acordo com eles a intervenção foi apoiada na perspectiva freireana, “estabelecida na relação dialógica-dialética” “trazida em consonância com a abordagem vigotskiana”. Na abordagem pedagógica foram realizadas atividades lúdicas (jogos: dinâmica da teia, jogo dos materiais); experimentação e modelagem (verificação de aprendizagem).

Os autores enfatizam o aporte teórico em Vigotski como sendo a ludicidade apoiada na perspectiva da psicologia histórico-cultural, como práticas inovadoras para incentivo do aprendizado dos conteúdos de química. Para eles, na perspectiva de Vigotski, “os jogos e as atividades lúdicas, de forma geral, podem estimular a memória voluntária, a imaginação e a atenção voluntária dos alunos”. Informam também que as atividades lúdicas também favorecem as interações sociais:

“o lúdico proporciona o estabelecimento de laços entre processos psicológicos e imaginários”.

Para Vigotski (2014), o mais importante para a criança no jogo, embora seja inconsciente para ela, não é o prazer, mas o objeto do jogo, sua utilidade objetiva e seu significado. E esse último, “consiste no exercício e no desenvolvimento de todas as capacidades reais e embrionárias que existem nas crianças” (Vigotski, 2014, p. 80).

Nota-se nas discussões dos resultados pelos autores a ausência de registros que os proporcione analisar e avaliar, ancorados no pensamento de Vigotski, a utilização do instrumento mediador (atividades lúdicas) como facilitador da interação social e promovedor do estímulo à aprendizagem dos alunos, a partir dos resultados encontrados ou do diálogo-dialético com os alunos.

Na categoria *dialogia entre teoria e prática* foram identificados os trabalhos de Araújo, Mól e Machado (2010) e de Felício, Matos e Mattos (2016). Eles trazem metodologias investigativas contextualizadas em questões socioeconômicas, como o reuso da água e o consumo de combustíveis fósseis, respectivamente. Nota-se em seus trabalhos o uso da contextualização diferente do viés da ilustração, mas “[...] a partir da ideia de que não é possível fazer desaparecer a historicidade quando tratamos do conhecimento e que é preciso recuperar o lugar daquele que aprende, compreendendo-o como sujeito histórico [...]” (Oliveira, 2015, p. 33). Não perdendo de vista essa perspectiva, eles ancoram suas práticas nos referenciais teóricos de abordagens histórico-cultural (Freire, Vigotski e Leontiev) e histórico-crítica (Saviani).

O trabalho de Araújo, Mól e Machado (2010), com aportes teóricos em Freire, Vigotski e Saviani, se caracteriza pela interlocução com os alunos da 1ª série do EM em uma aula experimental investigativa que buscou abordar de forma integrada conteúdos de química a partir do tema gerador reuso da água, que emergiu como solução para as preocupações dos alunos e do professor sobre o consumo de água na escola, em razão do uso do equipamento de destilação de água. Assim, segundo os autores, “ao se colocar o destilador como ‘vilão’ do consumo nas aulas

de Química, o grupo constituído de professores, alunos e funcionários revestiu-se do espírito investigativo na busca de soluções” (Araújo; Mól; Machado, 2010, p. 4). Em vista disso, os autores reconhecem nas ideias de Paulo Freire “a valorização do ser humano, sua cultura, seus hábitos e costumes” (Araújo; Mól; Machado, 2010, p. 1) e nas propostas de Vigotski e Salviani de educação para o trabalho um “caminho viável e necessário ao preparo do educando para o pleno exercício da cidadania” (Araújo; Mól; Machado, 2010, p. 2) e o “sentido de politecnia” (Araújo; Mól; Machado, 2010, p. 2), respectivamente.

Eles observam que o sentido de ensinar Química, numa aula experimental, dentro “de uma visão de formação para o mundo do trabalho”.

[...] é também uma tentativa de lançar aos alunos possibilidade da tomada de consciência das operações cotidianas de outra forma, procurando interligar as informações que aprenderam e transferindo a operação do plano da ação para o plano da linguagem, recriando-a na imaginação para que seja possível exprimi-la em palavras. (Araújo; Mól; Machado, 2010, p. 2).

Os autores trazem uma perspectiva de proposta de educação para o trabalho de Vigotski, que não foi encontrada nos mapeamentos realizados por Gehlen, Schoroe-der e Delizoicov (2007) e Bonfim, Solino e Gehlen (2017). Isso foi constatado também nos realizados por Freitas (2004), nos eventos da Reunião Anual da ANPEd, período 1998-2003, e por Silva e Davis (2004), nos artigos publicados nos Cadernos de Pesquisa, vinculados à área de psicologia da educação, no período de 1971 a 2000.

De acordo com Silva, Razuck e Tunes (2008), a educação para o trabalho na perspectiva vigotskiana é o trabalho com fundamento no processo educativo que pode ser entendido a partir dos conceitos de vivência educativa e o de sentido. Na educação, nessa perspectiva, “aprende-se que este é um processo comum entre os seres e que requer a coordenação de esforços e a regulação das próprias reações para o melhor convívio coletivo” (Silva; Razuck; Tunes, 2008, p. 454).

A abordagem do problema a partir de educação pelo trabalho se coaduna com as ideias de Vigotski quando diz que o caminho psicológico da educação pelo trabalho se assemelha a um círculo,

porque essa educação efetivamente descreve um círculo e como resultado do trabalho retorna ao ponto de partida do seu movimento. Entretanto, esse retorno se dá em um novo estado do aluno: Ele vê a mesma coisa com novos olhos; enriquecido por uma nova experiência, com outras palavras, ele enfoca o mesmo ponto de um outro aspecto e, isto ajuda especialmente o próprio aluno a examinar de uma vez, o caminho percorrido e, principalmente, esclarecer a si mesmo para que esse caminho foi percorrido. (Vigotski, 2010, p. 265).

No trabalho de Schneider-Felicio, Matos e Matto (2016) identificou-se o pensamento vigotskiano sobre a formação de conceitos como o principal interesse dos pesquisadores a partir da interação discursiva de uma professora com seus alunos vestibulandos durante uma aula de Ciências Naturais, com foco em química. Além disso, os autores adotaram “a concepção de estrutura da atividade proposta por Leontiev (2012), para a organização da sequência de atividades” (Schneider-Felicio; Matos; Matto, 2016, p. 2). O objetivo do trabalho se situa na análise das características de formação de conceitos a partir das discussões em sala sobre os diversos aspectos vinculados ao tema da aula “Matriz energética brasileira: qual a parte que me cabe nesse latifúndio?” A situação-problema colocada pela professora para ser pensada pelos alunos foi sobre a compra de um carro para si (situação concreta) e elaboração de critérios de escolha baseados na compensação econômica relativa ao consumo de combustíveis disponíveis no mercado (gasolina e álcool). Isso envolvia, de acordo com os autores, a comparação dos valores de entalpia liberados pelo álcool e pela gasolina, sua influência no rendimento do motor e no preço desses combustíveis. De acordo com os autores, a situação problema oferece “contextos, objetivos e motivos para que os alunos desenvolvam a necessidade de buscar, relacionar informações e assim iniciar a

construção de novos conceitos, reelaborando aqueles já internalizados” (Schneider-Felicio; Matos; Matto, 2016, p. 2)

A partir da proposta da professora observa-se que os seguintes fatores estão envolvidos na escolha do melhor carro: a) que envolve o aluno conhecer o conceito de entalpia e aplicá-lo em uma situação do cotidiano; b) ter o entendimento dos valores de entalpia de combustão obtidos, isto é, o que eles significam e c) a busca de uma generalização mais elevada do conceito de entalpia por meio da sua mediação com outras variáveis ou conceitos (Schneider-Felicio; Matos; Matto, 2016).

A associação da teoria de Vigotski com a teoria de atividade de Leontiev para fundamentar a prática, chama a atenção para as discussões, que não podem ser aprofundadas nesse trabalho, sobre as diferenças e proximidades entre a psicologia histórico-cultural de Vigotski e a teoria da atividade de Leontiev que, de acordo com Zanella (2004, p. 129-130), é realizada “por vários autores como (Duarte, 2000; Wertsch, 1988; Zinchenko, 1988; Neves, 1997), alguns posicionando-se pelo acirramento das diferenças e outros pela aproximação dos dois sistemas teóricos”. À vista disso, coloca-se aqui um recorte da avaliação de Zinchenko (1998 *apud* Zanella, 2004, p. 130) que marca a diferença entre os dois arcabouços teóricos “É claro que na teoria psicológica da atividade a questão da mediação também apareceu, mas enquanto para Vigotski a consciência era mediada pela cultura, para Leontiev a mente e a consciência eram mediadas por ferramentas e objetos”. No entanto, Zanella contesta fortemente esse posicionamento dizendo

[...] Da forma como Zinchenko apresenta, as diferenças entre Leontiev e Vigotski podem ser facilmente questionadas: afinal, o que são ferramentas e objetos senão a própria cultura humana objetivada? Neste sentido, em ambos os autores a questão da mediação cultural da consciência está posta, embora em Vigotski assuma lugar central na explicação sobre a constituição dos processos psicológicos caracteristicamente humanos. (Zanella, 2004, p. 130).

Considerações gerais

O recorte temporal dos trabalhos publicados nos anais dos eventos do ENEQ mostra que as contribuições da abordagem histórico-cultural de Vigotski no Ensino Química, no ensino médio, ainda são tímidas no que tange à quantidade de trabalhos publicados, mas valiosas ao trazerem o aspecto da educação pelo trabalho como um dado inédito dos mapeamentos até então realizados e um aceno para o aprofundamento sobre os arcabouços teóricos de Vigotski e Leontiev. Muito importante é o uso da contextualização como mediação semiótica no ensino, pois permite, segundo Oliveira *et al.* (2015, p. 33), “a elaboração de uma forma cada vez mais complexa do particular. Particular (pensamento sincrético, imaginação, concepção prévia) que não é obstáculo ao conhecimento, mas está em permanente relação com o conhecimento generalizante”. Assim, contextualização e a generalização da ciência são “pares que se constituem na relação dialética” (Oliveira *et al.*, 2015, p. 33).

Referências

ARAÚJO, Paulo César; MÓL, Gerson de Souza; MACHADO, Patrícia F. L. O reuso de água como tema gerador para o desenvolvimento do processo de ensino aprendizagem em ciências. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*, 15., 2010, Distrito Federal. **Anais** [...]. Distrito Federal, 2010. Disponível em: <http://www.s bq.org.br/eneq/xv/trabalhos.htm>. Acesso em: 28 set. 2021.

BASTOS, Alice Beatriz Barreto Izique. **Wallon e Vygotsky: psicologia e educação**. São Paulo: Edições Loyola, 2014. 96 p.

BONFIM, Carolina Santos; AMARAL FILHO, José J. Uso de atividades lúdicas, experimentais e modelagem para o ensino e aprendizagem de soluções: uma abordagem histórico-cultural. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*, 20, 2018, Rio Branco. **Anais** [...]. Rio Branco, 2018. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1ZYO7Np1-a6aHMJYwCyIJscRimqxVSYny/view>. Acesso em: 28 set. 2021.

BONFIM, Valéria; SOLINO, Ana Paula; GEHLEN, Simoni Tormöhlen. Vygotsky no contexto da Educação em Ciências: um panorama da produção brasileira. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 11., 2017, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: UFSC, 2017. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/index.htm>. Acesso em: 28 set. 2021.

GEHLEN, Simoni Tormöhlen; SCHROEDER, Edson; DELIZOICOV, Demétrio. A Abordagem Histórico-Cultural no Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. *In: VI ENEC ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 6., 2007, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis, 2007. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/vienpec/apresenta0.html. Acesso em: 28 set. 2021.

FREITAS, Maria Tereza de Assunção. O pensamento de Vygotsky nas reuniões da ANPED (1998-2003). **Educação e Psicologia**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 109-138, jan./abr. 2004.

LOPES, Renata Pereira; QUADROS, Ana Luiza. A dissolução dos compostos iônicos em água: concepções iniciais dos alunos. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*, 13., 2006, Campinas. **Anais** [...]. Campinas, 2006. Disponível em: http://www.s bq.org.br/ensino/_eneq. Acesso em: 28 set. 2021.

MARX, Karl; ENGELS, Friedrich. **A ideologia alemã**. São Paulo: Grijalbo, 1977.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise textual discursiva**. 2. ed. rev. Ijuí: Ed. Unijuí, 2011.

OLIVEIRA, Luiza *et al.* A contextualização no ensino de química: uma análise há luz da filosofia da linguagem de Bakhtin. **Revista Ciências & Ideias**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 2, p. 29-45, jul./dez. 2015.

OLIVEIRA, Luiza; LATINI, Rose Mary; SBANO, Valmir. As interfaces entre o ensino de ciencias e a psicologia do desenvolvimento: a contribuição de vigotski. **Revista Praxis**, Volta Redonda, v. 8, n. 16, p. 59-65, dez. 2016.

OLIVEIRA, Marta Kohl de. Temas em Debate Vygotsky: Alguns Equívocos na Interpretação do seu pensamento. **Caderno de Pesquisa**, São Paulo, n. 81, p. 67-74, 1992.

OLIVEIRA, Marta Kohl de. **Vygotsky: aprendizagem e desenvolvimento**. Um processo sócio-histórico. 5. ed. São Paulo: Scipione, 2010.

POZO, Juan Ignacio *et al.* História y Epistemología de Las Ciencias: las ideas de los alunos sobre la sicolo: una Interpretación desde la psicología cognitiva. **Enseñanza de Las Ciencias**, Barcelona, v. 9, n. 1, p. 83-94, 1991.

REGO, Tereza Cristina. **Vygotsky**: uma perspectiva histórico-cultural da educação. Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

SCHNEIDER-FELICIO, Beatriz V.; MATOS, Maurício dos Santos; MATTOS, Cristiano. Possibilidades e limitações da inserção de aspectos sociais em aula de química: uma análise sob a perspectiva da teoria histórico-cultural e da teoria da atividade. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis, 2016. Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R2013-1.pdf>. Acesso em: 28 set. 2020.

SILVA, Roberto Ribeiro da; RAZUCK, Renata Cardoso de Sá; TUNES, Elizabeth. Desafios da escola atual: a educação pelo trabalho. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 452-461, 2008.

VYGOTSKI, Lev Semenovich. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. *In*: LEONTIEV, Alexis N. *et al.* **Psicologia e Pedagogia**: bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento. São Paulo: WMF Editora Moraes, 1991. p. 1-17.

VYGOTSKI, Lev Semenovich. **Imaginação e Criatividade na Infância**. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2014.

VYGOTSKI, Lev Semenovich. **Pensamento e Linguagem**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

VYGOTSKI, Lev Semenovich. **Psicologia Pedagógica**. 3. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2010.

ZANELLA, Andréa Vieira. Atividade, Significação e Constituição do Sujeito: Considerações à luz da teoria Histórico-Cultural. **Psicologia em Estudo**, Maringá, v. 9, n. 1, p. 127-135, abr. 2004.

Sobre os autores e organizadores

Aline Miguelis Falcão Magalhães

Licenciada em Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2011). Graduada em Engenharia Elétrica pela Universidade Veiga de Almeida (2018). Mestre em Ensino de Ciências da Natureza pela Universidade Federal Fluminense (2019). Atuou como professora de Física em cursos presenciais da Marinha do Brasil e na área de Pesquisa e Desenvolvimento em EAD, desempenhando a função de Conteudista e Tutora de Física nos Projetos de Educação Continuada. Atualmente trabalha como instrutora no laboratório de Eletricidade no Centro de Instrução Almirante Graça Aranha.
E-mail: aline.miguelis81@gmail.com.

Ana Beatriz da Silva Jovencio Martins

Graduada em Licenciatura em Química (2006) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e Mestre em Ensino de Ciências da Natureza pela Universidade Federal Fluminense (2018). É professora da Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro, atuando no Instituto de Educação Professor Ismael Coutinho e em diversas escolas da rede privada de ensino de Niterói, no Rio de Janeiro. Atuou como Supervisora PIBID-UFF e atualmente é Supervisora do Programa Residência Pedagógica-UFF e tem experiência na realização de projetos para Produção de Recursos Educacionais.
E-mail: absjmartins@gmail.com.

Augusto Cesar de Castro Barbosa

Possui doutorado em Física pela Universidade Federal Fluminense (1997), Professor do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade do Estado do Rio de Janeiro desde 1999. Tem experiência na área de Física, em especial nos seguintes temas: interações magnéticas em sistemas de multicamadas metálicas, segregação de impurezas em ligas metálicas e ensino de Física. Desenvolve pesquisa também em Engenharia Mecânica, na parte de Aeroacústica, em ensino de Matemática e em Análise Numérica.

E-mail: accb@ime.uerj.br.

Bárbara Mulè Gonçalves

Bacharel em Química Industrial pela UFF. Técnica em Meio Ambiente pelo IFRJ. Atualmente, aluna de licenciatura em Química pela UFF e aluna do curso de Especialização em Ensino de Química pelo Colégio Pedro II. Membro do Grupo de Estudo em Cognição & Educação Científica, tendo interesse nas áreas de Ensino de Ciências/Química, análise de livros didáticos, mapas conceituais e engajamento do estudante.

E-mail: barbaragoncalves@id.uff.br.

Carlos Magno Rocha Ribeiro

Graduado em Engenharia Química com Doutorado em Ciências pela Universidade de São Paulo. Docente do Departamento de Química Orgânica desde 1994 e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza da Universidade Federal Fluminense desde 2012. Tem trabalhos na área de Química básica: Síntese Orgânica e Produtos Naturais. Além disso, vem desenvolvendo e aplicando metodologias educacionais e recursos didáticos como áudios, vídeos e histórias em quadrinhos para o Ensino Médio e Superior, bem como atuado na Casa da Descoberta, um centro de divulgação científica, e em ações de Extensão e Ensino em Escolas de Niterói.

E-mail: carlosmagnoribeiro@id.uff.br.

Cláudia Ferreira Reis Concordido

Possui doutorado em Matemática pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1999). Professora do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade do Estado do Rio de Janeiro desde 1994. Tem experiência na área de Análise Matemática e tem atuado na área de Ensino de Matemática.

E-mail: concordido@ime.uerj.br.

Ejane Dusek de Novaes Monteiro

Graduada em Licenciatura Plena em Química pela Universidade do Grande Rio, no ano 2000. Tem Especialização em Docência do Ensino Superior pela Universidade do Grande Rio (2012) e Especialização em Ensino de Química pela Universidade Federal do Rio (2013). Em 2016 concluiu o Mestrado em Ensino de Química no Programa de Pós-Graduação em Ciências da Natureza pela Universidade Federal Fluminense. Desde 2013 é professora de Química concursada da SEEDUC, atuando no Ciep 179 – Professor Claudio Gama. Desde março de 2021 atua também como coordenadora pedagógica na escola em que leciona. Tem interesse na melhoria de Formação de Professores da Educação Básica.

E-mail: ejanedusek@gmail.com.

Eluzir Pedrazzi Chacon

Graduada em Licenciatura em Química (1985), em Bacharelado em Química (1985) e em Química Industrial (1987), mestre em Geociências (1990) e doutora em Química Orgânica (2007) pela Universidade Federal Fluminense. É professora Titular aposentada do Departamento de Química Inorgânica, entretanto, ainda exerce atividades didático-pedagógicas na Pós-graduação em Ensino de Ciências da Natureza da Universidade Federal Fluminense. Tem experiência na área de Ensino de Química, realizando projetos de Ensino, Pesquisa e Extensão nas áreas de Formação Continuada de Professores de Ciências, Divulgação Científica e Produção de Recursos Educacionais.

E-mail: eluzir_pedrazzi@id.uff.br.

Fellipe Fernandes Rabelo da Silva

Bacharel em Química pela Universidade Federal Fluminense (2004), licenciado em Química pela Universidade Salgado de Oliveira (2005), licenciado em Matemática pela Universidade Estácio de Sá (2021), especialista em Ensino de Ciências pelo IFF – *campus* Cabo Frio (2019) e Mestre em Ensino de Ciências, habilitação Química pelo PPECN-UFF (2020). Atua como docente na rede particular de ensino, na Secretaria Estadual de Educação (SEEDUC-RJ), e como professor substituto no IFF – *campus* Cabo Frio, ministrando aulas, dentre outras, de História da Química e Prática de Ensino.

E-mail: fellipe.silva@iff.edu.br.

Florence Moellmann Cordeiro de Farias

Graduada em Farmácia (UFRJ, 1979), Mestre em Química de Produtos Naturais (NPPN-UFRJ, 1984) e Doutora em Química Orgânica (UFF, 2004). Professora Associada IV, aposentada, do Departamento de Química Orgânica UFF e Professora Permanente do PPECN-UFF. Atua nas áreas de Ensino de Química e Ensino de Ciências nas Linhas de Práticas de Ensino e Educação Inclusiva.

E-mail: florencefarias@id.uff.br.

Giselle Rôças

Possui graduação em Ciências Biológicas Modalidade Ecologia, mestrado e doutorado em Ecologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Professora Associada IV do ensino superior do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, com livros e artigos publicados, além de orientações de Iniciação Científica, Especialização e Mestrado. Atualmente participa de projetos de pesquisa com ênfase no Ensino de Ciências, com apoio da FAPERJ, CAPES, IFRJ e CNPq. Líder do grupo de pesquisa CAFE – Ciência, Arte, Formação e Ensino.

E-mail: giselle.rocas@ifrj.edu.br.

Isa Costa

Bacharel em Física pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1973). Mestre em Física Nuclear pela UFF (1989). Doutora em Educação pela UFF (2012). Atuou

como professora de Física do Ensino Médio da SEEDUC/RJ (1972 a 1991). Ingressou na UFF em 1975 como Auxiliar de Ensino. Foi docente do Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* de Ensino de Ciências (1992-2011). Docente do PPECN/UFF desde a criação do Programa (2012). Linhas de Pesquisa em que tem atuado: Produção de Material Didático; Educação Inclusiva; Recursos Midiáticos; Alfabetização Científica; Inserção de Física Moderna no Ensino Médio.

E-mail: isadout60@gmail.com.

Joana Guilaes de Aguiar

Professora adjunta no Departamento de Química Inorgânica e docente permanente no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da Natureza no IQ/UFF. Pós-doutora pela USP e *University of Surrey*. Mestre e doutora em Ensino de Química pela USP. Bacharel e licenciada em Química pela Unicamp. Coordenadora do Grupo de Estudo em Cognição & Educação Científica, tendo interesse nas áreas de Ensino de Ciências/Química, cognição, aprendizagem, mapas conceituais e formação de professores universitários (www.gecec.iq.uff.br).

E-mail: joana_aguiar@id.uff.br

Juliana Domingos da Silva

Docente da disciplina de Química na Educação Básica, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Química (PeQUI) da Universidade Federal do Rio de Janeiro e membro do Laboratório de Estudos em Semiótica e Educação Química – LESEQ da UFRJ.

E-mail: julianadomingosdsilva@gmail.com

Kátia Calligaris Rodrigues

Professora Associada II da Universidade Federal de Pernambuco, docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática-PPGECM/CAA/UFPE, atua na linha de pesquisa “Currículo e Formação de Professores para o Ensino de Ciências e Matemática”. Docente do Núcleo de Formação Docente, atua na formação de professores de Física, Química e Matemática do Centro Acadêmico do Agreste. Editora principal da Revista Currículo &

Docência, periódico do PPGECM/CAA/UFPE desde 2017 e líder do Grupo de Pesquisa em Educação, História e Cultura Científica – GPEHCC/UFPE.

E-mail: katia.calligaris@ufpe.br.

Leonardo Ferreira Rufino

Mestrando em Educação de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), no Centro Acadêmico do Agreste (CAA). Realiza pesquisas que relacionam Mapas Conceituais e Formação de professores. Licenciado em Física pelo mesmo Campus no período de 2013 – 2018; Atuou como bolsista no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID. Atualmente integra o Grupo de Pesquisa em Educação, História e Cultura Científica – GPEHCC atuando na linha de pesquisa sobre Currículo e Formação de Professores para o Ensino de Ciências e Matemática. Possui interesse em pesquisas que relacionem Epistemologia, Ensino de Física, Aprendizagem Significativa e uso de Mapas Conceituais.

E-mail: leonardo.rufino@ufpe.br.

Luiza Rodrigues de Oliveira

Psicóloga/UFF, 1992. Doutora em Educação/USP, 2003. Professora Adjunta do Departamento de psicologia/UFF. Credenciada nos Programas de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Natureza e em Psicologia da UFF. Coordenadora do LALIDHoralidades – Laboratório de Estudos Interseccionais do Desenvolvimento Humano e da Linguagem.

E-mail: luizaoliveira@id.uff.br.

Márcia Cristina Soares de Moura Victorino

Licenciada em Ciências Biológicas pela UERJ (2001). Especialista em Docência do Ensino Superior pela Gama Filho (2012). Mestre em Ensino de Ciências da Natureza – PPECN – UFF (2021). Docente na Prefeitura Municipal de Niterói/FME/E. M. Altivo César e Instituto Superior de Educação do Rio de Janeiro (ISERJ-FAETEC).

E-mail: marciavictorino.fundamental@iserj.edu.br.

Marcia Narcizo Borges

Química licenciada pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ (1986) com mestrado (1991) e doutorado em Química Orgânica pelo Instituto Militar de Engenharia – IME (1998) e bacharel em História pela Universidade Federal Fluminense – UFF (2019). Atualmente é professora Titular, aposentada, pelo Departamento de Química Orgânica da UFF e atua como docente do curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Natureza (PPECN) da UFF desde 2012. Foi coordenadora de Química na Casa da Descoberta – UFF (2000-2018) e do PIBID Química – UFF (2012-2017). Tem interesse em: Ensino de Química, Divulgação científica, Formação de Professores e ensino CTS associado a gênero e relações étnico-raciais. E-mail: marcianb@id.uff.br.

Marcus Vinicius Tovar Costa

Possui doutorado em Física pela Universidade Federal Fluminense (1995). Professor do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade do Estado do Rio de Janeiro desde 2012. Foi Professor do CAP-UERJ entre 2001 e 2012. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Materiais Magnéticos, atuando principalmente nos temas: Magnetismo Itinerante, Campos Hiperfinos e Física de Superfícies. Tem atuado também nas áreas de Ensino de Física e Matemática. E-mail: marcus.tovar@ime.uerj.br.

Maria Bernadete Pinto dos Santos

Bacharel em Química (1976) pela Universidade Federal da Bahia, mestre e doutora em Geociências (1983 e 1997) pela Universidade Federal Fluminense (UFF), pós-doutorado em *Oklahoma University*. Professora Titular, aposentada, do Departamento de Físico-Química da UFF. Foi coordenadora, no período de 2012 a 2020, do Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências da Natureza (PPECN). Atualmente é docente permanente do PPECN, atuando nas áreas de concentração Ensino de Química e Ensino de Ciências. E-mail: mariabpds@id.uff.br.

Maylta Brandão dos Anjos

Doutora e Mestre em Ciências Sociais. Professora da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO). Professora e Pesquisadora do Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT-IFRJ). Integrante do Grupo de Estudos de Educação Ambiental *Desde El Sur* (GEASur) e do Grupo de Pesquisa Ciência, Arte, Formação e Ensino (CAFE). Desenvolve pesquisas junto aos professores da Educação Básica e Superior, com ênfase no Ensino de Ciências, Educação Ambiental Crítica, Formação de Professores e Educação Inclusiva.

E-mail: maylta@yahoo.com.br.

Paulo Rogério Miranda Correia

Livre docente em Didática pela Universidade de São Paulo, é professor da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH-USP). Desde 2005, coordena o Grupo de Pesquisa Mapas Conceituais e atua como orientador do Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências (USP). Foi o presidente da Sexta Conferência Internacional sobre Mapeamento Conceitual (CMC-2014), organizado em parceria com o *Institute for Human and Machine Cognition* (IHMC). É o responsável pelo primeiro MOOC sobre mapeamento conceitual (Mapas conceituais para aprender e colaborar), disponível na plataforma Coursera <https://www.coursera.org/learn/mapas-conceituais>.

E-mail: prmc@usp.br.

Raíssa dos Santos Ballego

Aluna de doutorado e mestra em Ensino de Ciências na modalidade de Biologia pelo Programa de Pós-graduação Interunidades da USP tendo como foco da pesquisa a aprendizagem colaborativa por mapas conceituais. Licenciada em Ciências da Natureza pela Escola de Artes Ciências e Humanidades (EACH-USP) com graduação sanduíche na UniSA (*University of South Australia*). Membro do Grupo de Pesquisa Mapas Conceituais desde 2016. Atualmente também atua como professora de ciências nos anos finais do ensino fundamental e vice-presidente da

ONG CTA-Superhab para o desenvolvimento de alunos com altas habilidades.
E-mail: raissa.ballego@usp.br.

Rose Mary Latini

Licenciada em Química (1987) e Bacharel em Química Industrial (1983). Doutora (1998) e Mestre (1989) em Geociências-Geoquímica Ambiental. Todos os títulos obtidos pela Universidade Federal Fluminense. É professora do Departamento de Físico-Química/UFF e do Programa de pós-graduação em Ensino de Ciências da Natureza/PPECN/UFF. Na área de Ensino de Química os principais interesses de pesquisa são Metodologias Participativas; Química e Educação Ambiental e Abordagem Histórico-Cultural.

E-mail: roselatini@id.uff.br.

Thathawanna Tenório Aires

Mestra em Educação em Ciências e Matemática (2017) e graduada em Física (Licenciatura) (2015) pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Centro Acadêmico do Agreste – CAA. Possui interesse em pesquisas em processos de Ensino-Aprendizagem, Ensino-Aprendizagem de Física, Mapas Conceituais, Formação de Professores Reflexivos em Ciências e Matemática e Autorregulação.

E-mail: thathawanna.taires@ufpe.br.

Valéria da Silva Lima

Doutoranda e Mestre em Ensino de Ciências pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. Especialista em Contação de Histórias no Imaginário Social pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e Pedagoga pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2010). Professora e Orientadora Pedagógica da Prefeitura Municipal de Barra Mansa, conto histórias e atuo como mediadora presencial no curso de Pedagogia do CEDERJ /UNIRIO, na modalidade EAD. Integrante do grupo de pesquisa CAFE-Ciência, Arte, Formação e Ensino do IFRJ, *campus* Nilópolis.

E-mail: valeriaslima8910@yahoo.com.br.

Valfrido Monteiro de Carvalho Junior

Graduado em Ciências Biológicas com mestrado em Ensino de Ciências pela Universidade Federal Fluminense, especialista nas áreas de Ensino de Ciências pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e em Educação Tecnológica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. Docente do sistema público de educação desde 2011, atuando então nas disciplinas de Ciências, Biologia, Física e Química. Possui trabalhos sobre o uso, desenvolvimento e aplicações de recursos tecnológicos e metodologias didáticas no Ensino de Ciências. Como também, vem pesquisando desde 2017 sobre o uso de histórias em quadrinhos no Ensino de Química.

E-mail: valfridojunior@id.uff.br.

Valmir Cândido Sbano

Bacharel em Psicologia pela Universidade Federal Fluminense (1988), mestre em Filosofia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1993) e doutor em Teoria Psicanalítica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2004). Professor Associado IV da Universidade Federal Fluminense. Atualmente é docente da Graduação em Psicologia (UFF) e do PPECN, atuando na área de Ensino de Ciências.

E-mail: valmirsbano@id.uff.br.

Waldmir Nascimento de Araujo Neto

Engenheiro Químico, possui Licenciatura Plena em Química pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro e mestrado em Educação pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Doutor em Educação pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (USP). Professor Adjunto do Departamento de Química Orgânica do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IQ-UFRJ) aonde atua na Licenciatura em Química. É membro da Associação Nórdica de Estudos Semióticos (NASS) desde 2013, da Associação Internacional de Estudos Semióticos (IASS) desde 2015 e da Sociedade Internacional de Filosofia da Química (ISPC) desde 2011.

E-mail: waldmir@iq.ufrj.br

Argos Editora da Unochapecó
www.unochapeco.edu.br/argos
www.facebook.com/EditoraArgos

Título: Práticas educativas em ensino de Ciências

Organizadoras: Maria Bernadete Pinto dos Santos, Florence Moellmann Cordeiro de Farias e Joana Guilares de Aguiar

Coordenadora: Rosane Natalina Meneguetti

Assistente Editorial: Caroline Kirschner

Assistente Comercial: Daniela Manfroi

Editor de Textos: Carlos Pace Dori

Divulgação: Bárbara Luíza Zamberlan

Distribuição e vendas: Daniela Manfroi

Projeto gráfico: Caroline Kirschner

Capa: Glaucio Coelho

Diagramação: Max Ramos

Preparação dos originais: Carlos Otávio Flexa

Revisão: Thais Silva e Carlos Otávio Flexa

Formato: PDF

Publicação: 2022

