



Maria Goretti de Vasconcelos Silva
Carlos Alberto Santos de Almeida

ORGANIZADORES

Novas abordagens no ensino de ciências e matemática

Soluções didáticas e tecnologias digitais

Novas abordagens no ensino de ciências e matemática

Soluções didáticas e tecnologias digitais

**Presidente da República**

Jair Messias Bolsonaro

Ministro da Educação

Milton Ribeiro

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ – UFC****Reitor**

Prof. José Cândido Lustosa Bittencourt de Albuquerque

Vice-Reitor

Prof. José Glauco Lobo Filho

Pró-Reitor de Planejamento e Administração

Prof. Almir Bittencourt da Silva

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação

Prof. Jorge Herbert Soares de Lira

**IMPrensa UNIVERSITÁRIA****Diretor**

Joaquim Melo de Albuquerque

CONSELHO EDITORIAL**Presidente**

Joaquim Melo de Albuquerque

Conselheiros*

Prof. Claudio de Albuquerque Marques

Prof. Antônio Gomes de Souza Filho

Prof. Rogério Teixeira Masih

Prof. Augusto Teixeira de Albuquerque

Prof.^a Maria Elias Soares

Francisco Jonatan Soares

Prof. Luiz Gonzaga de França Lopes

Prof. Rodrigo Maggioni

Prof. Armênio Aguiar dos Santos

Prof. Márcio Viana Ramos

Prof. André Bezerra dos Santos

Prof. Fabiano André Narciso Fernandes

Prof.^a Ana Fátima Carvalho Fernandes

Prof.^a Renata Bessa Pontes

Prof. Alexandre Holanda Sampaio

Prof. Alek Sandro Dutra

Prof. José Carlos Lázaro da Silva Filho

Prof. William Paiva Marques Júnior

Prof. Irapuan Peixoto Lima Filho

Prof. Cássio Adriano Braz de Aquino

Prof. José Carlos Siqueira de Souza

Prof. Osmar Gonçalves dos Reis Filho

* membros responsáveis pela seleção das obras de acordo com o Edital n.º 13/2019.

Maria Goretti de Vasconcelos Silva
Carlos Alberto Santos de Almeida
(Organizadores)

Novas abordagens no ensino de ciências e matemática

Soluções didáticas e tecnologias digitais



Fortaleza
2021

Novas abordagens no ensino de ciências e matemática: soluções didáticas e tecnologias digitais
Copyright © 2021 by Maria Goretti de Vasconcelos Silva e Carlos Alberto Santos de Almeida.

Todos os direitos reservados

IMPRESSO NO BRASIL / PRINTED IN BRAZIL

Imprensa Universitária da Universidade Federal do Ceará (UFC)
Av. da Universidade, 2932, fundos – Benfica – Fortaleza – Ceará

Coordenação editorial

Ivanaldo Maciel de Lima

Revisão de texto

Antídio Oliveira

Normalização bibliográfica

Marilzete Melo Nascimento

Programação visual

Sandro Vasconcellos / Thiago Nogueira

Diagramação

Victor Alencar

Capa

Valdiano Araújo Macêdo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Bibliotecária Marilzete Melo Nascimento CRB 3/1135

N936 Novas abordagens no ensino de Ciências e Matemática [livro eletrônico]: soluções didáticas e tecnologias digitais / Maria Goretti de Vasconcelos Silva, Carlos Alberto Santos de Almeida (organizadores). - Fortaleza: Imprensa Universitária, 2021.
11.194 kb : il. color. ; PDF (Estudos da Pós-Graduação)

ISBN: 978-65-88492-64-2

1. Ciências - ensino. 2. Matemática - ensino. 3. Interdisciplinaridade. I. Título.

SUMÁRIO

Apresentação	7
A COMPREENSÃO E O ENSINO DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA PELOS DOCENTES DE ESCOLAS PÚBLICAS NO MUNICÍPIO DE MARACANAÚ-CE	15
<i>Francisca Gardênia, Carlos Fama e Daniel Cassiano Lima</i>	
ANÁLISE DO TEMA FOTOSSÍNTESE NOS LIVROS DIDÁTICOS DO PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO PARA O ENSINO MÉDIO (PNLD/EM) À LUZ DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	23
<i>Enivaldo Sousa Paiva, Silvano Bastos Santiago e Daniel Cassiano Lima</i>	
CONTEXTUALIZAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: uma proposta alternativa na abordagem do tema polímeros	35
<i>Wallace Martins Moreira, Pablyana Leila Rodrigues da Cunha e Isaías Batista de Lima</i>	
SUGESTÃO DE METODOLOGIA DE CRIAÇÃO DE CRITÉRIOS CARACTERIZANTES E AVALIATIVOS DO NÍVEL DE DIFICULDADE DE QUESTÕES DE TERMOLOGIA DO SEGUNDO ANO DO ENSINO MÉDIO	51
<i>Francisco Gilvan Barbosa da Rocha, Amaro Valentim Silveira do Nascimento e Carlos Alberto Santos de Almeida</i>	
DA MÁQUINA DE ENSINAR AO LEGO MINDSTORMS®: discussões sobre os fundamentos teóricos das tecnologias educacionais	69
<i>Fernando Barros da Silva Filho, Tulio Cicero Cruz e José Rogério Santana</i>	

JOGOS DIDÁTICOS NA COMPLEMENTAÇÃO DA APRENDIZAGEM EM QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO: uma experiência exitosa	83
<i>Adeirton Freire Moreira, Maria Mozarina Beserra Almeida e Antonio Carlos Magalhães</i>	
LABORATÓRIO DE DIDÁTICA E APERFEIÇOAMENTO DOCENTE: espaço para formação em serviço dos professores de Biologia	93
<i>Francisco Wagner da Costa Germano e Raquel Crosara Maia Leite</i>	
O ENSINO DE QUÍMICA NA ERA DOS APLICATIVOS PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS	119
<i>Leonardo Figueiredo Soares e Maria Goretti de Vasconcelos Silva</i>	
O ENSINO E A APRENDIZAGEM EM QUÍMICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA PERSPECTIVA CTSA: um estudo descritivo .	147
<i>Rosângela Maria Adriano Carneiro, Isaias Batista Lima, Maria Elenir Nobre Pinho Ribeiro e Gisele Simone Lopes</i>	
O ESTUDO DE SOLUÇÕES MEDIADO PELA CONDUTIMETRIA NUMA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR	158
<i>Glauber Oliveira Benjamim e Maria Mozarina Beserra Almeida</i>	
O SANEAMENTO BÁSICO NO LIVRO DIDÁTICO: abordagem e contextualização	173
<i>Marcello Spiandorin e Maria Izabel Gallão</i>	
O USO PEDAGÓGICO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM NA FORMAÇÃO INICIAL E CONTINUADA: construindo conceitos	183
<i>Gisele Pereira Oliveira e Ana Carolina Costa Pereira</i>	
OS NÚMEROS RACIONAIS E AS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICA DOS ALUNOS DO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	198
<i>Renato Vieira Tavares, Francisco Regis Alves Vieira e Maria José Costa dos Santos</i>	
PLURALISMO METODOLÓGICO E ENSINO DE BIOLOGIA ...	231
<i>Edivaldo Marinho de Oliveira e Silvano Bastos Santiago</i>	

SITUAÇÕES DIDÁTICAS OLÍMPICAS PARA O ENSINO DE FUNÇÕES: o contributo da engenharia didática de segunda geração	241
<i>Francisco Daniel Souza de Lima, Francisco Regis Vieira Alves e Maria José Costa dos Santos</i>	
TRILHA INTERPRETATIVA: percepção ambiental de alunos de uma escola pública de Ensino Fundamental do município de Quixadá, Ceará	259
<i>Leiza Jane Lopes Lima de Abreu, Silvany Bastos Santiago e Diva Maria Borges-Nojosa</i>	
WEBSITE ESTRATÉGIA GENÉTICA: diretório de estratégias metodológicas para o ensino de genética.....	271
<i>Ariana Mendes Camurça Fernandes, Maria Izabel Gallão e Érika Freitas Mota</i>	

Apresentação

A interdisciplinaridade está cada vez mais se tornando fundamental nas disciplinas obrigatórias do Ensino de Ciências. Há alguns anos, era apenas um viés do Ensino Fundamental de Ciências. Apesar das mudanças, mesmo nesse nível, apenas em poucas escolas a interdisciplinaridade chegou a efetivar-se plenamente.

Recentemente, foi iniciado um processo de mudança no ensino de Física, Química e Biologia no Ensino Médio, na direção de englobá-las como uma única disciplina: Ciências. Naturalmente, essa mudança traz uma necessidade de treinamento pedagógico e aperfeiçoamento conceitual de professores das disciplinas de Física, Química e Biologia. A interdisciplinaridade em Ciências não é fácil. Envolve novas abordagens didáticas e um aprofundamento de conceitos que hoje a maioria dos professores não tem.

Outra importante tendência contemporânea é a utilização cada vez maior do instrumental digital nos diversos níveis do processo de ensino. Assim, pode-se usar desde um aplicativo de smartphone a jogos pedagógicos apresentados em computadores, portais ou blogs na web, ferramentas de busca *online* em tempo real, fóruns digitais, *applets* e tantas outras tecnologias digitais, além da simples navegação na internet.

Nesse contexto, o curso de pós-graduação *strictu sensu* Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA) da

Universidade Federal do Ceará apresenta essa contribuição advinda de trabalhos de seus professores e alunos. Embora ainda longe de uma efetiva interdisciplinaridade, o estudo conjunto dos capítulos deste livro pode ser o início de um processo de uma visão abrangente de Ciências.

Nosso programa de mestrado profissional tem, como um dos seus principais objetivos, o desenvolvimento de produtos e processos educacionais, frutos de trabalhos de campo, no sentido de que são aplicados e avaliados nas escolas dos alunos-professores.

Portanto, este livro destina-se especialmente, àqueles professores do Ensino Médio e Fundamental com interesse em apreender novos conceitos e estratégias metodológicas, desenvolvidas por nossos alunos-professores para a realidade de nossas escolas públicas e privadas, para o universo do alunado da nossa região nordestina.

Os capítulos aqui apresentados basearam-se principalmente em contribuições de pesquisas originais, assim como recortes de várias dissertações acadêmicas. Os temas são desenvolvidos de modo a tornar este livro útil não somente para o público alvo inicialmente proposto, professores do Ensino Fundamental e Médio, conforme já dissemos, mas também para todos que apresentam interesse tanto pela divulgação científica quanto pela produção de material didático.

Os textos têm como autores os alunos do ENCIMA, em conjunto com seus orientadores e colaboradores, não só da Universidade Federal do Ceará, mas também de outras Instituições de Ensino como a Universidade Estadual do Ceará e o Instituto Federal do Ceará.

BREVE APRESENTAÇÃO DOS CAPÍTULOS

A COMPREENSÃO E O ENSINO DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA PELOS DOCENTES DE ESCOLAS PÚBLICAS NO MUNICÍPIO DE MARACANAÚ-CE propõe o reforço do estudo da Evolução Biológica por meio de cursos de formação de professores com o objetivo de incluir a identificação de suas concepções anteriores, mudanças conceituais necessárias e a atualização de conhecimentos. Sugere-se ainda que é importante fornecer os instrumentos de ensino para esses professores em termos de estratégias de ensino, tais como

utilização do material didático, da linguagem e do tempo disponível em sala de aula para lidar com a disciplina.

ANÁLISE DO TEMA FOTOSSÍNTESE NOS LIVROS DIDÁTICOS DO PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO PARA O ENSINO MÉDIO (PNLD/EM) À LUZ DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA utiliza a abordagem da Aprendizagem Significativa para o ensino do tema fotossíntese, concluindo que a obra que mais se aproxima dessa abordagem é o livro *Biologia Moderna*, de Amabis e Martho, em virtude de agregar mais fatores relacionados com a aprendizagem significativa como a preocupação na assimilação progressiva dos conceitos.

CONTEXTUALIZAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA PROPOSTA ALTERNATIVA NA ABORDAGEM DO TEMA POLÍMEROS destaca que o tema Polímeros é um tema que permite trabalhar a contextualização e também a experimentação nas aulas de Química do Ensino Médio e conclui que uma proposta metodológica baseada na contextualização dos conteúdos, aliada ao uso da experimentação como recurso pedagógico nas aulas de Química, pode potencializar o ensino e aprendizagem do conteúdo Polímeros.

SUGESTÃO DE METODOLOGIA DE CRIAÇÃO DE CRITÉRIOS CARACTERIZANTES E AVALIATIVOS DO NÍVEL DE DIFICULDADE DE QUESTÕES DE TERMOLOGIA DO SEGUNDO ANO DO ENSINO MÉDIO discute o conceito de que a formulação dos critérios de avaliação de questões otimiza o principal e mais usado meio de avaliação de educadores, e, em especial, com a caracterização de níveis de dificuldade das questões, chega-se a melhores resultados no processo de ensino-aprendizagem.

DA MÁQUINA DE ENSINAR AO LEGO MINDSTORMS®: DISCUSSÕES SOBRE OS FUNDAMENTOS TEÓRICOS DAS TECNOLOGIAS EDUCACIONAIS discute os fundamentos teóricos de tecnologias educacionais e, em especial, destaca que atividades de robótica educacional, quando elaboradas por meio de sequências

didáticas fundamentadas em metodologias que buscam contextualizar os componentes curriculares estabelecidos pelos programas de ensino, possibilitam maior envolvimento dos estudantes uma vez que trarão de sua própria cultura e saberes os conhecimentos necessários para levar à assimilação de novos conteúdos estrategicamente trabalhados pelo educador.

JOGOS DIDÁTICOS NA COMPLEMENTAÇÃO DA APRENDIZAGEM EM QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO: UMA EXPERIÊNCIA EXITOSA discute o uso de jogos didáticos no ensino de Química e observa que eles são um recurso alternativo viável e relevante que deve ser bem planejado, com objetivo pedagógico bem delineado, para que seu propósito central seja o aprendizado, interligado com a harmonia e a ludicidade, e conclui que, após a avaliação do uso dos jogos didáticos pesquisados, os alunos tornaram-se membros ativos nas aulas de Química e conseqüentemente melhoraram o aprendizado dos conteúdos de Química trabalhados.

LABORATÓRIO DE DIDÁTICA E APERFEIÇOAMENTO DOCENTE: ESPAÇO PARA FORMAÇÃO EM SERVIÇO DOS PROFESSORES DE BIOLOGIA relata a criação do Laboratório de Didática e Aperfeiçoamento Docente e destaca o funcionamento do LDAD, com uma sequência que precede as sessões fundamentadas em eixos estruturantes, como o “Fazer pedagógico”, as “ações didáticas” e a “Eficiência e a eficácia docente”, aspecto que embasa a realização das sessões pautadas em áreas temáticas e objetivos bastante claros, proporcionando objetividade, dinâmica e qualidade no desenvolvimento das atividades.

O ENSINO DE QUÍMICA NA ERA DOS APLICATIVOS PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS defende a utilização de aplicativos no ensino de Química, como algo que se tem mostrado promissor, garantindo motivação, engajamento e aprendizagem nos estudantes que os utilizaram da forma adequada. Conclui que os apps listados neste trabalho podem contribuir grandemente para a melhora no ensino dos conteúdos de Química, superando a abstração e memorização como únicos mecanismos de aprendizagem da disciplina.

O ENSINO E A APRENDIZAGEM EM QUÍMICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA PERSPECTIVA CTSA: UM ESTUDO DESCRITIVO utiliza a perspectiva CTSA para discutir interdisciplinaridade no ensino de Química e Educação Ambiental e mostra que a utilização de enfoques inovadores é fator de destaque no processo de ensino e aprendizagem – em particular, no funcionamento da educação CTSA. Com o desenvolvimento dessa sequência, evidenciou-se o desenvolvimento dos alunos na discussão dos problemas sociais e, ao mesmo tempo, na aprendizagem dos conteúdos químicos, incorporando-os ao seu cotidiano, vivenciando a realidade de sua região e sendo sujeitos ativos na construção de uma sociedade melhor.

O ESTUDO DE SOLUÇÕES MEDIADO PELA CONDUTIMETRIA NUMA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR apresenta a técnica de condutimetria que permitiu trabalhar situações-problemas, associando o conteúdo de soluções com a equação da reta, possibilitando assim melhor aprendizagem dos conceitos envolvidos, como coeficientes linear e angular, interpolação, extrapolação e o entendimento do plano cartesiano.

O SANEAMENTO BÁSICO NO LIVRO DIDÁTICO: ABORDAGEM E CONTEXTUALIZAÇÃO propõe diferentes estratégias para abordar a introdução do conceito de Saneamento Básico e conclui pela sugestão da produção de um capítulo com a temática exclusiva sobre SB, em que poderiam ser abordados os conceitos gerais de SB, o histórico do SB no Brasil e no mundo, a atual situação do SB no Brasil, políticas públicas no SB e os impactos causados pela falta do SB na população visto a importância do SB para a qualidade de vida, saúde e meio ambiente.

O USO PEDAGÓGICO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM NA FORMAÇÃO INICIAL E CONTINUADA: CONSTRUINDO CONCEITOS conclui que a insegurança de professores de Matemática em sala de aula, quanto à utilização de objetos de aprendizagem, acaba ocorrendo no cotidiano escolar com muita frequência, pois a falta de capacitação correta pode gerar diversos malefícios para a educação Matemática.

PLURALISMO METODOLÓGICO E ENSINO DE BIOLOGIA defende o uso de uma metodologia pluralista no ensino de Biologia, de tal forma que o professor deve ultrapassar a concepção de uma verdade pedagógica autoritária como fórmula universal, de solução do ensino e da aprendizagem, para se elevar à ideia de uma verdade como procura.

SITUAÇÕES DIDÁTICAS OLÍMPICAS PARA O ENSINO DE FUNÇÕES: O CONTRIBUTO DA ENGENHARIA DIDÁTICA DE SEGUNDA GERAÇÃO apresenta a metodologia denominada Engenharia Didática de Formação, cuja aplicação se dá no contexto de produzir um número considerável de Situações Didáticas Olímpicas (SDO) para o ensino de funções matemáticas, tema presente na Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas públicas.

TRILHA INTERPRETATIVA: PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE ALUNOS DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE ENSINO FUNDAMENTAL DO MUNICÍPIO DE QUIXADÁ, CEARÁ propõe registrar a percepção sobre o meio ambiente de alunos de uma Escola Pública de Ensino Fundamental (EEF), localizada no município de Quixadá – Ceará, ao realizarem uma trilha interpretativa, bem como analisar se a vivência dessa experiência poderia mostrar eficácia na aprendizagem de conceitos ambientais.

WEBSITE ESTRATÉGIA GENÉTICA: DIRETÓRIO DE ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS PARA O ENSINO DE GENÉTICA relata a criação do website Estratégia Genética, que disponibiliza estratégias metodológicas para o ensino de Genética, publicadas na revista Genética na Escola e classificadas de acordo com as habilidades preconizadas pelos PCN.

Os organizadores

A COMPREENSÃO E O ENSINO DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA PELOS DOCENTES DE ESCOLAS PÚBLICAS NO MUNICÍPIO DE MARACANAÚ-CE

*Francisca Gardênia Carlos Fama¹
Daniel Cassiano Lima²*

Introdução

Desde a célebre frase de Theodosius Dobzhansky “Em Biologia, nada tem sentido, senão à luz da evolução”, a Evolução tem sido tratada como disciplina unificadora dos diversos ramos da Biologia (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007). É com base no conhecimento evolutivo que tem sido conhecida e interpretada a atual diversidade dos seres vivos, resultando na modificação de paradigmas, sobretudo nos currículos escolares (ALVES; FORSBERG, 2009).

A má compreensão do que vem a ser a Evolução Biológica é gritante e pode ser um reflexo do desconhecimento das formas de pensamento e expressão científicas. Uma boa ilustração é o entendimento comum do termo “teoria” frequentemente associada à Evolução, uma vez que, no cotidiano, uma teoria pode ter o significado de mera hipótese

¹ Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal do Ceará – UFC.
E-mail: gardeniacarlos@yahoo.com.br

² Professor Adjunto do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Ceará (UECE), Doutor em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Santa Maria (PPGBA-UFSM). E-mail: daniel.cassiano@uece.br

ou suposição, enquanto, para a ciência, deve ser entendido como uma proposição apoiada por leis gerais, e ainda princípios ou causas de algo fartamente documentado (FUTUYMA, 2009).

De maneira semelhante, o contexto histórico do surgimento e desenvolvimento do pensamento evolutivo é ignorado, omitido ou distorcido, a ponto de ser criada uma imagem de Charles Darwin como alguém que descobriu, por si, os pontos-chave da Evolução, ou que havia refutado todo o legado da Biologia anterior a ele, a ponto de Lamarck ser considerado opositor do pensamento evolucionista, como se toda a sua contribuição fosse restrita aos caracteres adquiridos repassados às gerações seguintes (CARNEIRO, 2004).

A formação dos professores é fundamental para que esses assuntos sejam tratados de maneira satisfatória, evitando os equívocos recorrentes. Carvalho e Gil-Pérez (2003), por exemplo, perceberam que boa parte dos professores de ciências teve sua formação marcada por uma série de equívocos, pois, ao serem inquiridos com respeito a assuntos básicos, não conseguiram fundamentar suas respostas, ou apresentaram explicações evasivas. Entre os conceitos básicos em evolução, estão a clássica dicotomia Lamarckismo x Darwinismo, os termos “evolução”, “adaptação”, “competição”, “seleção natural” e o grande equívoco em considerar a evolução como fruto de finalidade/necessidade (VALENÇA; FALCÃO, 2012).

Esse fenômeno pode ser explicado com base na formação dos professores de Ciências Naturais, que acabam por contradizer os pressupostos de Zanotto (2000), Gatti (2008) e Vasconcelos e Lima (2010), que requeriam capacitação de modo que os professores pudessem responder e superar os avanços do mundo tecnológico por meio do conhecimento científico. Assim, embora seja necessário investigar a maneira como os diversos temas das ciências naturais são trabalhados em sala de aula, segundo Castro e Lima (2013), é fundamental o conhecimento de como os professores compreendem pontos básicos relacionados à Evolução Biológica, que poderão refletir sua formação, ao mesmo tempo em que evidenciam a perpetuação de equívocos em um assunto delicado por despertar controvérsias e desconforto em alguns ambientes escolares (TEIXEIRA; ANDRADE, 2014).

Diante do exposto, pretendeu-se desenvolver um trabalho de modo a contribuir na investigação de como se dá o ensino da Evolução Biológica nas seis escolas públicas de Ensino Médio no Município de Maracanaú, localizado na Região Metropolitana de Fortaleza.

De acordo com Tidon e Lewontin (2004), os professores, ao trabalharem os conteúdos sobre a Evolução, encontram muitas dificuldades que tornam o ensino destes algo muito distante dos alunos. Os referidos autores encontraram problemas como interpretações biológicas incorretas tanto por parte dos professores como pelos alunos, e a inadequação do conteúdo dos livros didáticos como causas contribuintes para um ensino e aprendizagem pouco eficiente dos mecanismos evolutivos.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi apresentar uma base teórica acerca do histórico de construção da Teoria Evolutiva, investigando as dificuldades e problemas no que diz respeito à relação ensino-aprendizagem referente aos conceitos e temas da Teoria Evolutiva, por parte dos professores de Biologia, bem como propor, a partir daí, um minicurso com material didático desenvolvido em enfoques mais holísticos sobre a Teoria da Evolução, para ser aplicado durante a Semana Pedagógica, antes do início do ano letivo do 3º ano, contribuindo assim para uma eventual melhora na medida do possível, na abordagem do tema.

Universo investigativo

O presente trabalho é uma pesquisa empírica de caráter qualitativo (LUDKE; ANDRÉ, 1996) e foi realizado com professores de Biologia da 3ª série do Ensino Médio de seis escolas estaduais do município de Maracanaú – Ceará. Para realização do levantamento dos dados, foi aplicado um questionário para dois professores de Biologia da 3ª série do Ensino Médio de seis escolas (total de 12 docentes), com o intuito de obter informações referentes ao tempo de docência, formação acadêmica, nível de titulação, avaliação que fazem da importância do ensino de Biologia, em especial, Evolução, nas séries do Ensino Médio, fundamentação metodológica de sua práxis e vinculação desta ao que está nos PCN's para o Ensino Médio.

Cumprindo os requisitos da Bioética e adaptando o estudo de Celistre (2002), os entrevistados e as escolas foram identificados

por códigos sequenciais de dados, cuja sequência correlacionada é conhecida apenas pelos responsáveis pela pesquisa. O questionário foi aplicado entre os meses de abril a novembro de 2015.

Concepções docentes sobre a evolução

Apenas oito dos 12 questionários foram devolvidos a nós, os demais, após contato, afirmaram não dispor de tempo para responderem com atenção. Considerando que a função do ensino de ciências é colocar o saber científico ao alcance do público escolar de forma séria (MALAFAIA; RODRIGUES, 2008), resolvemos abordar os conceitos religiosos de cada professor e verificar uma possível influência de suas crenças nos conteúdos ministrados. A metade dos participantes declarou-se como religiosa praticante, e, destes, três indivíduos afirmaram que suas crenças são embasadas cientificamente e que, por isso, não se constrangem em mencionar seus conceitos religiosos em sala de aula.

Surpreendeu-nos que todos os professores participantes eram licenciados em Biologia – inclusive boa parte deles tinha outras formações universitárias também – e que 63% deles já exercem o magistério há pelo menos 10 anos. Todos os professores afirmaram sentirem-se capacitados a abordar o tema da Evolução em sala de aula e disseram estar satisfeitos. As respostas sobre o conhecimento do assunto, por outro lado, mostraram-se preocupantes.

Quando perguntados em que sentido a evolução deve ser entendida como teoria, três professores não souberam responder, enquanto os demais deram respostas evasivas nas quais, claramente, mostravam desconhecer o sentido que o termo ‘teoria’ recebe no método científico. Percebeu-se também que metade dos docentes confundia os fenômenos referentes ao desenvolvimento individual de cada indivíduo (ontogenia) com evolução.

Pedimos também que alguns avaliassem cinco afirmativas com relação ao conteúdo e que se manifestassem caso fossem verdadeiras ou falsas. Nenhuma delas obteve acerto por todos os professores. Com exceção de apenas um docente, todos os demais afirmaram erroneamente que a teoria dos coacervados serviu de base para que a proposta inicial da teoria de Darwin. De modo semelhante, mais da metade deles

(05) concordaram que a origem da vida era um dos principais assuntos tratados por Darwin em *A origem das espécies*, embora seja largamente conhecido que Darwin não usou de discussões cosmogônicas.

Outro equívoco importante ocorreu com relação ao contexto histórico em que se desenvolveu a teoria evolutiva. Sabe-se que Alfred Russel Wallace era contemporâneo de Darwin e chegou a conclusões semelhantes, porém de forma independente. Entretanto sete dos participantes achavam que as descobertas de Wallace utilizaram os dados de Darwin por base. Igualmente estranho foi a afirmação de 50% dos participantes de que a Teoria Sintética da Evolução já estava expressa em *A origem das espécies*. Isso demonstra algo preocupante, uma vez que a teoria sintética se utiliza, além da seleção natural, de conceitos desenvolvidos pela Genética e Biologia Molecular, ramos da Biologia desenvolvidos depois da morte de Darwin.

Por fim, apresentamos as seguintes espécies: *Homo sapiens* (homem), *Pan troglodytes* (chimpanzé), *Latimeria* sp (peixe celacanto) e *Tytilus stigmurus* (escorpião amarelo do Nordeste), e perguntamos quais espécies eram mais e menos evoluídas e que critério utilizaram para a resposta. O objetivo dessa questão era saber se os professores consideram a proximidade filogenética com o homem como um critério evolutivo, como comumente se observa em círculos não acadêmicos. Uma pequena parcela (dois participantes) cometeram o equívoco de apontarem o homem como espécie “mais evoluída”, e consideraram escorpião e peixe como as “menos evoluídas”, e justificaram a resposta com “base nos conhecimentos”.

Sobre a possibilidade de ensinar o Criacionismo como contraponto à Evolução, embora a grande maioria demonstrasse forte oposição, dois docentes preferiram não opinar, o que não nos permitiu concluir se desconheciam esse debate, ou se concordavam na paridade entre as duas ideias, e preferiam não exteriorizar aquilo que pensavam. De qualquer forma, com essas poucas questões, pudemos observar que os professores necessitam de um maior apoio e capacitação para o ensino correto da Evolução.

Considerações finais

Entre as propostas para o ensino de Evolução Biológica, estão os cursos de formação de professores com o objetivo de incluir a identificação

de suas concepções anteriores, mudanças conceituais necessárias e a atualização de conhecimentos. Também é importante fornecer os instrumentos de ensino para esses professores em termos de estratégias de ensino, tais como utilização do material didático, da linguagem e do tempo disponível em sala de aula para lidar com a disciplina.

Cursos de capacitação neste assunto devem ser constantemente repensados no ambiente escolar, uma vez que o tema pode afetar valores morais e religiosos. Como estratégia de ensino, podem ser elaborados minicursos, abordando a Teoria da Evolução, que possam servir como ferramenta didática para os professores durante a semana pedagógica. O minicurso certamente auxiliará o professor com a compreensão de determinados conhecimentos científicos.

Com relação à abordagem docente da evolução biológica, muitos profissionais apresentam dificuldades na apresentação das teorias evolutivas, furtam-se de trabalhá-la, deixando uma grande lacuna no conhecimento biológico de seus alunos, cabendo a nós educadores refletirmos sobre nossa atuação, revendo nossas formas de ensinar e procurando introduzir a diferença no ensino de ciências.

Compreendemos que há dificuldades na trajetória pedagógica, mas também encontramos coragem e dedicação dos profissionais pesquisados na busca da formação de cidadãos conscientes e críticos na sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, K. S. G.; FORSBERG, M. C. A história da Biologia e a formação de professores de Ciências: a contribuição de Alfred Russel Wallace para a Teoria da Evolução. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 7., 2009, Florianópolis. *Atas [...]*. Florianópolis: Abrapec, 2009.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

CARNEIRO, A. P. N. *A evolução biológica aos olhos de professores não licenciados*. 2004. 137 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação

Científica e Tecnológica, Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. *Formação de professores de Ciências*. 2. ed. São Paulo: Sarvier: Fapesp, 2003.

CASTRO, D. P.; LIMA, D. C. Conhecimento do tema ofidismo entre futuros professores de Ciências Biológicas do Estado do Ceará. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 19, n. 2, p. 393-407, 2013.

CELISTRE, S. S. *Os ciclos de formação no ensino público em Pernambuco*. 2002. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 2002.

FUTUYMA, D. J. *Biologia evolutiva*. 3 ed. São Paulo: Funpec, 2009.

GATTI, B. A. *Formação de professores para o ensino fundamental: instituições formadoras e seus currículos: relatório de pesquisa*. São Paulo: Fundação Carlos Chagas; Fundação Victor Civita, 2008.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. *A pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1996.

MALAFAIA, G.; RODRIGUES, A. S. L. Uma reflexão sobre o ensino de ciências no nível fundamental da educação. *Ciência & Ensino*, v. 2, n. 2, p. 1-9, 2008.

TEIXEIRA, P.; ANDRADE, M. Entre as crenças pessoais e a formação acadêmica: como professores de biologia que professam fé religiosa ensinam evolução? *Ciência e Educação*, v. 20, n. 2, p. 297-313, 2014.

TIDON, R.; LEWONTIN, R. C. Teaching evolutionary biology. *Genetics and Molecular Biology*, v. 27, n. 1, p. 124-131, 2004.

VALENÇA, C. R.; FALCÃO, B. M. Teoria da evolução: representações de professores – pesquisadores de biologia e suas relações com o ensino médio. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 11, n. 2, p. 471-486, 2012.

VASCONCELOS, S. D.; LIMA, K. E. C. O professor de Biologia em formação: reflexão com base no perfil socioeconômica e as perspectivas de licenciados de uma universidade pública. *Ciência e Educação*, v. 16, n. 2, p. 323-340, 2010.

ZANOTTO, M. L. B. *Formação de professores: a contribuição da análise do comportamento*. São Paulo: Educ, 2000.

ANÁLISE DO TEMA FOTOSSÍNTESE NOS LIVROS DIDÁTICOS DO PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO PARA O ENSINO MÉDIO (PNLD/EM) À LUZ DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

*Enivaldo Sousa Paiva³
Silvany Bastos Santiago⁴
Daniel Cassiano Lima⁵*

Introdução

Tradicionalmente o livro didático tem-se configurado o mais habitual material de apoio, tanto para o estudante como para o professor. Outrora rotulado como algo que representava o saber, atualmente é utilizado de forma massiva nas escolas e se constitui como a fonte mais próxima e, por vezes, a única fonte de esclarecimento de dúvidas dos alunos ou a bússola do planejamento do professor. Independentemente

³ Mestrando em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal do Ceará – UFC. E-mail: eniofsb@hotmail.com

⁴ Doutora em Educação pela Universidade Federal do Ceará – UFC, Professora Adjunta do Instituto Federal do Ceará – IFCE. Professora do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (UFC). E-mail: silvanybs@gmail.com

⁵ Professor Adjunto do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Ceará (UECE), Doutor em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Santa Maria (PPGBA-UFSM). E-mail: daniel.cassiano@uece.br

da forma como os utilizam, os professores devem ter uma postura crítica e investigativa sobre os livros, inter-relacionando-os com outras fontes de conhecimento, trabalhando interdisciplinarmente os múltiplos aspectos do saber científico.

O livro didático é um recurso que exerce forte influência na prática de ensino brasileira. Diante disso, é preciso que os professores estejam atentos à qualidade, à coerência e a eventuais restrições que apresentem em relação aos objetivos educacionais propostos. Além disso, é importante considerar que o livro não deve ser o único material a ser utilizado, pois a variedade de fontes de informação é que contribuirá para o aluno ter uma visão ampla do conhecimento (BRASIL, 1997).

De acordo com Xavier, Freire e Moraes (2006), a qualidade que o livro didático, como recurso presente no processo de ensino-aprendizagem, confere à educação deve ser objeto de permanente pesquisa.

Para Rosa e Mohr (2010), o tema da análise do livro didático faz parte da atualidade da educação básica brasileira, já que é o recurso mais presente e mais acessível nas salas de aula, além de ser objeto de política e de significativa movimentação financeira.

De acordo com Krasilchik (2004), esse recurso pedagógico tem adquirido, no ensino de Biologia, um papel importante tanto na determinação do conteúdo como nos métodos utilizados.

Zabala (1998, p. 174) afirma que “os livros didáticos, que são veiculadores de mensagens, atuam como transmissores de determinadas visões da sociedade, da história e da cultura”. Para Sacristán (1998), o livro é um importante ponto de apoio de investigação curricular, que consiste em um objeto de estudo que permite a percepção de características do currículo.

Diante da relevância que esse recurso didático-pedagógico demonstra para a educação como um todo, faz-se necessária uma análise acerca dos pressupostos teóricos utilizados em sua construção. O presente artigo busca, primordialmente, analisar os livros didáticos de Biologia adotados pelas escolas estaduais do município de São Benedito-CE do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLD/EM) 2018-2020, de modo a saber se estão adaptados aos preceitos da Aprendizagem Significativa especificamente nos

conteúdos sobre Fotossíntese que geralmente são estudados na 1ª série do Ensino Médio.

A ênfase na escolha desse tema é dada em virtude de esse conteúdo envolver conceitos fundamentais para o ensino de ciências, possibilitando uma visão abrangente dos mecanismos e dos ciclos de vida dos seres vivos, como também suas relações na cadeia alimentar, metabolismo energético, evolução, entre outros. É preciso, portanto, refletir acerca de estratégias metodológicas que favoreçam o ensino e a aprendizagem dos conceitos fundamentais relacionados ao metabolismo energético das células que, na educação básica, são considerados confusos e complexos pelos estudantes pelo expressivo número de termos, conceitos, reações e equações químicas.

A escolha da Aprendizagem Significativa deu-se em virtude de ser uma das teorias de aprendizagem mais atuais e passíveis de entendimento e aplicabilidade no meio educacional, visto que oferece maiores possibilidades de interação com novas situações e conteúdos.

A Aprendizagem Significativa é uma teoria proposta por David Ausubel, definida como um processo no qual o indivíduo relaciona uma nova informação de forma não arbitrária e substantiva com aspectos relevantes já presentes em sua estrutura cognitiva (AUSUBEL *et al.*, 1980 *apud* MOREIRA, 2011).

Para Ausubel, a aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Ou seja, neste processo a nova informação interage com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor ou, simplesmente, subsunçor (subsumer), existentes na estrutura cognitiva do indivíduo (MASINI; MOREIRA, 2008, p. 17).

De acordo com Ausubel, existem dois tipos de aprendizagem: a significativa e a mecânica. Na aprendizagem significativa, temos um processo pelo qual um novo conhecimento se relaciona com a estrutura cognitiva do sujeito de forma substantiva e não arbitrária. Enquanto a aprendizagem mecânica relaciona a nova informação com a estrutura cognitiva de forma não substantiva e arbitrária. Ambas as aprendizagens não são dicotômicas ou contrárias, mas estão em extremos opostos

de um *continuum*. É esse processo que caracteriza o processo da aprendizagem e, portanto, o avanço no *continuum* entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa (LEMOS, 2008; MOREIRA, 1999).

Para Ausubel (*apud* MENDONÇA, 2012), todo aluno pode aprender significativamente um conteúdo se ele possuir conceitos relevantes inclusivos em sua estrutura cognitiva e apresentar uma predisposição para a aprendizagem.

O ensino, portanto, deve ser planejado de modo a facilitar a aprendizagem significativa, por meio de procedimento potencialmente significativo que leve em consideração: a natureza do conhecimento prévio; a informação a ser aprendida, a presença dos subsunçores adequados na estrutura cognitiva para a ancoragem do conhecimento novo; e a intencionalidade do aluno para aprender de forma significativa (LEMOS, 2005; MOREIRA; SAHELICES; PALMERO, 2004).

A partir de um levantamento bibliográfico de análises de livros didáticos de biologia escolhidos pelos professores das escolas estaduais de São Benedito-CE, analisou-se, de modo qualitativo, se eles contemplavam os preceitos da Aprendizagem Significativa. Para isso, foi realizada uma pesquisa documental que, segundo Bardin (1977, p. 45), trata-se de “uma operação ou conjunto de operações visando representar o conteúdo de um documento sob uma forma diferente da original, a fim de facilitar num estado ulterior, a sua consulta e referência”.

A escolha dos livros para análise foi feita a partir dos exemplares de Biologia contemplados no PNL D/EM, vigentes até 2020. As escolas adotaram como primeira opção *Biologia Moderna*, de Amabis e Matho, e, como segunda opção, *Biologia Hoje*, de Linhares, Gewandsznajder e Pacca. Os conteúdos sobre fotossíntese estão presentes no livro 1 de ambas as coleções.

A elaboração dos tópicos a serem observados nos livros, a partir da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel segue os seguintes critérios: a utilização de conhecimentos e conceitos prévios dos alunos, o uso de atividades que potencializam uma aprendizagem significativa e os aspectos pedagógico-metodológicos com enfoque para a linguagem textual e o tratamento semântico conferido aos termos biológicos. Além desses critérios, busca-se também verificar

outros aspectos que favorecem a assimilação dos conceitos como o uso de analogias, ilustrações, adequação da linguagem, evolução conceitual, entre outros.

Após a análise minuciosa das duas obras, ambas mostraram valorizar a boa organização do texto, aliando fonte de tamanho confortável para a leitura e ilustrações bem claras e coerentes com o conteúdo textual. O livro intitulado *Biologia Moderna* (AMABIS; MARTHO, 2016) caracteriza-se pela precisão conceitual, apresenta texto claro e atualizado com destaque dos termos biológicos em negrito, o que auxilia a compreensão dos estudantes. O livro *Biologia Hoje* (LINHARES, 2016) também preza pela base conceitual, com texto de boa compreensão e distribuído em tópicos, o que facilita a pesquisa pelo aluno.

Verifica-se que os autores se preocupam com as concepções alternativas que os alunos têm acerca das temáticas e, por isso, fazem referência no texto de apoio para que esses equívocos sejam mudados. Porém, o que se nota com relação à amplitude do tema no livro é que os autores apresentam os conteúdos de forma muito resumida.

Adentrando na proposta da presente pesquisa, analisou-se de que maneira o livro auxilia o professor no tocante aos conhecimentos prévios e conceitos trazidos pelos estudantes de forma a facilitar a aprendizagem. A obra *Biologia Hoje* faz uso de uma ilustração de uma caverna da Tailândia no início do capítulo, questionando e comparando o motivo de existir, em cavernas da superfície terrestre, maior variedade e quantidade de organismos do que aquela presente no fundo do mar, fazendo menção ao fato de que, nas cavernas terrestres, há luminosidade suficientemente capaz de formar uma base da cadeia alimentar. Inicia também com três questões que são respondidas somente após o estudo de todo o capítulo, mas que não suscitam conhecimentos prévios dos estudantes.

No livro *Biologia Moderna*, inicia-se o assunto com uma ilustração e um pequeno diálogo entre um pai e seu filho pequeno, intitulado ‘Luzes sobre a Fotossíntese’ acerca aquilo de que as plantas “alimentam-se”, numa forma de explicar à criança como elas crescem. Comparativamente, podemos dizer que o tratamento dado pelos autores de *Biologia Moderna* se aproxima mais do que seria a aprendizagem

significativa por abordar uma situação mais contextualizada na realidade dos estudantes, se considerarmos que ‘caverna’ (abordagem do livro *Biologia Hoje*) é um conceito não vivenciado pelos alunos do município. Outro fator positivo nessa obra é a inserção de um *box* chamado ‘A importância do assunto’, que chama a atenção para o estudo do tema de modo a levar o estudante a se interessar mais pelo assunto. Sob esse ponto de vista, chama-se atenção ao que Ausubel revela sobre as condições para a ocorrência de uma Aprendizagem Significativa:

- a) o material a ser aprendido seja potencialmente significativo para o aprendiz, ou seja, relacionável a sua estrutura de conhecimento de forma não-arbitrária e não literal (substantiva); b) o aprendiz manifeste uma disposição de relacionar o novo material de maneira substantiva e não-arbitrária a sua estrutura cognitiva (AUSUBEL, 1968, p. 37-34).

No mesmo ponto de análise, foram observados, em *Biologia Moderna* (mas não na outra obra escolhida), organizadores prévios no início do módulo 3, sugerindo ao professor uma forma de organização conceitual, levando-o a orientar a explanação dos conceitos mais amplos do módulo. Acerca dos organizadores prévios, Moreira e Masini (2001) afirmam servir como materiais introdutórios ao tema central. Segundo os autores, “a principal função dos organizadores prévios é, então, superar o limite entre o que o aluno já sabe e aquilo que precisa saber, antes de poder aprender a tarefa apresentada” (2001, p. 21).

Nas atividades propostas de fixação do conteúdo, buscou-se o estabelecimento de relações com os assuntos anteriores apresentados no livro, favorecendo uma aprendizagem mecânica pela qual se aprende um tópico por vez, com exercícios sobre o respectivo assunto apresentados logo em seguida, visando à memorização e repetição da lição. O livro *Biologia Moderna* traz atividades que tentam fixar melhor os conceitos, apresentando-os num grau de progressão de um nível mais simples (tópico revendo conceitos, fatos e processos) para o mais complexo (Questões para exercitar o pensamento; Faça você mesmo!; A Biologia no Vestibular e no Enem). As atividades em *Biologia Hoje* apresentam-se na forma discursiva, como questões objetivas, trabalho em equipe e atividades práticas, porém não

se apresentam em graus de especificidade como na outra obra. Acerca da formação de conceitos, Moreira e Masini (2001, p. 320) afirmam que “do ponto de vista ausubeliano, o desenvolvimento de conceitos procede-se da melhor forma quando os elementos mais gerais e inclusivos de um conceito são introduzidos em primeiro lugar e, então, este é progressivamente diferenciado, em termos de detalhe e especificidade”.

Acerca dos procedimentos escolares necessários para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa, Moreira (1999) afirma que, para identificar evidências de que esteja realmente ocorrendo, os aprendizes devem responder a questões que envolvam soluções de problemas, sendo-lhes novas no sentido de exigirem a máxima transformação do conhecimento trabalhado no processo de aprendizagem.

Em relação ao tratamento semântico conferido, buscou-se saber em que medida os léxicos terminológicos expressos nos textos de apoio facilitavam o entendimento dos conceitos científicos. Embora houvesse uma preocupação dos autores das duas obras analisadas em destacar palavras em forma de negrito ou de outra cor, observou-se pouca ou quase nenhuma inclusão da etimologia das palavras. Sobre a inter-relação entre o léxico com os contextos comunicativos que o livro deveria abordar, pouco se viu nos capítulos referentes à fotossíntese. O conhecimento dos elementos constituintes de uma palavra-conceito é capaz de propiciar ao estudante a compreensão, pelo menos em parte, do sentido de uma palavra desconhecida, de forma a levá-lo a um processo mais significativo de aprendizado, pois substitui o mecanismo da memorização do significado (MAIA; BARBOSA, 2013). A Teoria da Aprendizagem Significativa também aborda a importância da aquisição de vocabulário; segundo Ausubel (1980, p. 45),

aprender o significado de uma palavra-conceito exige obviamente um conhecimento prévio de seus correspondentes referentes mais sofisticados do que outras formas de aprendizagem referencial, uma vez que aprender o significado da palavra-conceito difere, num aspecto importante, da aprendizagem do significado de palavras que não representam conceito.

Maia e Barbosa (2013 *apud* AUSUBEL, 1980) afirmam que “quando as palavras começam a representar ideias mais abstratas,

porém providas de referentes, vão se tornando conceitos a serem aprendidos na estrutura cognitiva do estudante”.

Finalizando-se, percebe-se, diante das análises feitas nos livros didáticos selecionados, uma crescente preocupação por parte dos autores em estabelecer o embasamento teórico nas suas obras e em relacionar os novos conhecimentos aos que previamente os alunos trazem. A ligação entre o que se aprende na escola e o cotidiano está presente nos capítulos sempre que possível.

Diante do que foi analisado e do foco apresentado na investigação ora apresentada, depreende-se que a obra mais próxima de uma proposta de ensino pautado na Aprendizagem Significativa para o conteúdo fotossíntese é a retratada com maior ênfase no livro *Biologia Moderna*, de Amabis e Martho, em virtude de agregar mais fatores que se relacionam com a aprendizagem significativa como a preocupação na assimilação progressiva dos conceitos com destaque nas palavras-conceito mais importantes e por suscitar, no início do capítulo, uma ligação com o cotidiano do aluno. Convém lembrar que esta pesquisa não esvazia a importância da outra coleção, *Biologia Hoje*, nem diminui o seu mérito, pois se sabe que, na construção de uma obra didática, muitas correntes pedagógicas são consideradas.

Sabe-se que o livro didático é um recurso limitado e que sua utilização facilita a construção do planejamento pelo professor, fornecendo-lhe uma importante orientação. Um professor que utilize o livro didático em suas aulas conta com uma sequência já organizada de assuntos. Cabe, então, selecionar os temas mais significativos e decidir como será o trabalho de modo a possibilitar situações de aprendizagem a partir das vivências dos alunos.

As obras analisadas trazem conteúdos organizados hierarquicamente que objetivam facilitar o encadeamento de conceitos de maneira que o professor trabalhe da melhor forma para que se atinjam os objetivos propostos. As atividades propostas apresentam diferentes maneiras de atuar, atendendo a diversas etapas da aprendizagem, colaborando para que os objetivos pedagógicos expressos pela escola sejam atingidos.

Considera-se que, se os conteúdos de Biologia, mesmo os mais complexos, como a fotossíntese, tiverem um significado para os estudantes,

essa aproximação se fará de maneira convidativa, pois, ao desafiá-los com estratégias diversificadas e contextualizadas, estaremos instigando-os a buscar o conhecimento e aproximando-os do conhecimento científico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. *Biologia moderna*: Amabis & Martho. São Paulo: Moderna, 2016.

AUSUBEL, D. P. *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

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

BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: MEC/SEF, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais*. Brasília: MEC/SEF, 1997. 126 p.

COSTA, A. *A importância da aprendizagem significativa na formação profissional*. Disponível em: <http://www.rhportal.com.br/artigos-rh/a-importancia-da-aprendizagem-significativa-na-formao-profissional/>. Acesso em: 27 out. 2017.

DOMINGUINI, F.; CLEMES, G.; ALLAIN, O. Análise do tema radioatividade nos livros didáticos do PNLDEM à luz da teoria da aprendizagem significativa e dos pressupostos C, T & S. *Revista Técnico Científica*, v. 3, n. 1, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/view/621/441>. Acesso em: 13 nov. 2019.

KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de Biologia*. 4. ed. São Paulo: USP, 2008.

KRASILCHIK, M. *Prática de ensino de Biologia*. São Paulo: USP, 2004.

LEMOS, E. S. *El aprendizaje significativo y la formación inicial de profesores de Ciencias y Biología*. 2008. Tese (Doctorado en Enseñanza de las Ciencias) – Departamento de Didácticas Específicas, Universidad de Burgos, España, 2008.

LEMOS, E. S. Re-situando a teoria de aprendizagem significativa na prática docente, na formação de professores e nas investigações educativas em Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 5, n. 3, p. 38-51, 2005.

LINHARES, S. *Biologia hoje*. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016.

MAIA, D. P. *Ensino das terminologias biológicas através da aprendizagem significativa*. Curitiba: Appris, 2013.

MAIA, D. P.; BARBOSA, I. S. *Ensino das terminologias biológicas através da aprendizagem significativa*. Curitiba: Appris, 2013.

MASINI, E. F. S.; MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos*. São Paulo: Vetor Editora, 2008.

MEDEIROS, S.; COSTA, M. F. B.; LEMOS, E. S. O ensino e a aprendizagem dos temas fotossíntese e respiração: práticas pedagógicas baseadas na aprendizagem significativa. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, n. 3, 2009.

MENDONÇA, C. A. S. Investigando conhecimentos dos licenciandos em Biologia sobre aprendizagem significativa. *Aprendizagem Significativa em Revista*, Porto Alegre, v. 2, n. 3, p. 14-24, 2012. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID34/v2_n3_a2012.pdf. Acesso em: 2 dez. 2017.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa*. Brasília: UnB, 1999.

MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2001.

MOREIRA, M. A.; SAHELICES, M. C. C.; PALMERO, M. L. R. *Aprendizaje significativo: interacción personal, progresidad y lenguaje*. España: Universidad de Burgos, 2004.

ROSA, M. D.; MOHR, A. Os fungos na escola: análise dos conteúdos de micologia em livros didático do ensino fundamental de Florianópolis. *Experiências em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 95-102, 2010.

SACRISTÁN, J. G. O currículo: os conteúdos do ensino ou uma análise prática? In: SACRISTÁN, J. G.; GÓMEZ, A. I. P. *Comprender e transformar o ensino*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

XAVIER, M. C. F.; FREIRE, A. de S.; MORAES, M. O. A nova (moderna) Biologia e a genética nos livros didáticos de Biologia no ensino médio. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 12, n. 3, p. 275-289, 2006.

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

CONTEXTUALIZAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: uma proposta alternativa na abordagem do tema polímeros

*Wallace Martins Moreira⁶
Pablyana Leila Rodrigues da Cunha⁷
Isaías Batista de Lima⁸*

Introdução

Embora a metodologia tradicional, ainda hoje, tenha predominância no modo de ensinar, tem sido cada vez mais recorrente a busca de novas estratégias de ensino que estabeleçam abordagens contextualizadas e dinâmicas, que permitam que o aluno não seja um mero receptor de conhecimento, mas sim um participante ativo da aprendizagem.

No que se refere especificamente ao ensino de Química na Educação Básica, os relatos não evidenciam um cenário positivo. A falta de interesse de diversos alunos em relação à disciplina de

⁶ Licenciado em Química pela Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA, Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Ceará-UFC. Professor EBTT do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Maranhão – Campus Açailândia. E-mail: walace.moreira@ifma.edu.br

⁷ Licenciada em Química pela Universidade Federal do Ceará-UFC, Doutora em Química pela Universidade Federal do Ceará-UFC. Professora Associada da Universidade Federal do Ceará-UFC. E-mail:pablyana.rodrigues@gmail.com

⁸ Bacharel e Licenciado em Filosofia pela Universidade Estadual do Ceará-UECE, Mestre e Doutor em Educação pela Universidade Federal do Ceará-UFC. Professor Adjunto da Universidade Estadual do Ceará-UECE. E-mail: isaiasblima@yahoo.com.br

Química mostra um quadro preocupante quanto aos desafios que aparecem no seu ensino.

A partir da observação da maneira como o ensino de Química se desenvolve nas escolas do ensino básico brasileiro, nota-se que existe uma falta de interesse de muitos estudantes pelos conteúdos explorados nessa disciplina, além de que eles adquirem uma imagem completamente distorcida sobre a mesma, chegando ao ponto de considerá-la não fazer parte de seu cotidiano (PORTO; KRUGER, 2013, p. 2).

Assim, um dos desafios ao se ensinar Química é a reflexão sobre essa falta de interesse por parte dos discentes e os planos de ação que trabalhem essa questão. Essa preocupação já vem sendo debatida em diversos setores da sociedade científica.

Estudiosos da educação vêm disponibilizando pesquisas em diversas revistas voltadas ao ensino de Química, visando a fornecer a diversos professores experiências profissionais que auxiliem em sua prática docente, como também suporte bibliográfico na construção de artigos que possibilitem a melhoria da qualidade do ensino nas escolas. Além disso, documentos públicos, como os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) e Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM), procuram fornecer subsídios teóricos/pedagógicos para as escolas e professores da educação básica, procurando nortear o ensino de Química e auxiliar na organização e abordagem dos temas, direcionando o ensino de Química de tal modo que permita ao aluno relacionar os conhecimentos adquiridos com situações do seu cotidiano, evitando o ensino dessa disciplina por uma abordagem baseada apenas em memorização de fórmulas e conteúdo.

Nessa perspectiva, duas questões centrais têm papel importante no ensino de Química: a abordagem contextualizada e também relacionada ao cotidiano do aluno e o uso da experimentação. A escolha de temas ligados ao cotidiano do aluno, para se trabalhar conteúdos específicos de Química, também parece exercer papel fundamental na construção do conhecimento dessa disciplina.

A experimentação e a contextualização no ensino de Química

A Química, como ciência experimental, ao ser ensinada, requer que o aluno tenha contato com a experimentação, não somente para adquirir habilidades nesse aspecto, mas também para compreender a Química como a ciência que estuda a transformação da matéria e os fatores que interferem nessas transformações. A experimentação no ensino de Química constitui um recurso pedagógico importante que pode auxiliar na construção de conceitos (FERREIRA; HATWING; OLIVEIRA, 2010, p. 101). Trata-se de algo que vem sendo defendido por diversos pesquisadores que atuam nesse campo de pesquisa, dentre os quais Merçon *et al.* (2012), Schwahn e Oaigen (2009).

Ao implantar a experimentação como recurso pedagógico, o professor deve sempre buscar mediar suas atividades, incentivar o senso crítico do aluno, de forma que este não seja apenas um mero reprodutor de roteiros, realizando processos mecânicos, sem preocupar-se com a importância ou a abordagem em que o experimento está inserido. Para tanto, faz-se necessário que essas aulas práticas sejam mais bem estruturadas, pois tradicionalmente estão orientadas por uma metodologia indutivista, em que são apresentadas na forma de um “receituário” (ZULIANI; ÂNGELO, 1999).

Com isso, há necessidade de um planejamento pedagógico definido, que contemple, em seu modelo de trabalho, o uso do laboratório, como ferramenta pedagógica no processo de ensino-aprendizagem. Segundo Schwahn e Oaigen (2009, p. 4):

É necessário que a aula prática seja planejada, com objetivos específicos, onde a motivação do aluno seja vista com importância para que ocorra aprendizagem. Assim ao chegar aos resultados de uma experimentação é possível que o aluno compreenda o fenômeno químico ao utilizar os conhecimentos teóricos para realização da experiência.

Na relação experimento/conhecimento, é importante que o professor estabeleça as conexões entre a experimentação e sua finalidade

pedagógica, de modo a relacionar a parte experimental com os conceitos a ela aplicados, e que o discente possa fazer uma transposição do aspecto fenomenológico ao aspecto teórico, do macroscópico ao microscópico. Portanto, um planejamento pedagógico que busque alavancar o potencial de uma aula experimental deve estar claro nos objetivos do professor.

De acordo com os PCNEM, “a contextualização pode ser compreendida como o modo de relacionar conteúdos de ensino e aprendizagem com o cotidiano, com o mundo do trabalho ou com o contexto social” (BRASIL, 2014). Dessa forma, a integração entre os conteúdos abordados em sala de aula e a vivência cotidiana serão de fundamental importância para a construção de novos conceitos científicos, tendo em vista que, por ser considerada uma disciplina que trabalha com conceitos que requerem abstração e cálculos matemáticos, é importante a relação entre os conhecimentos científicos e o senso comum, para facilitar a objetivação da construção do conhecimento.

Assim, a contextualização nas aulas pode ser uma ferramenta importante para trabalhar os conhecimentos químicos voltados a situações do cotidiano, estabelecendo elos entre teoria e vivência cotidiana, auxiliando a obter uma aprendizagem satisfatória.

Os educadores devem buscar diferentes estratégias de ensino em suas áreas de atuação disciplinar, visando ampliar a magnitude de tal ensino, o que conduziria ao rompimento do paradigma tradicional que rege o ensino de um modo geral. Os alunos, por sua vez, precisam estar inseridos em um ambiente no qual a compreensão dos trâmites existentes entre a construção do saber seja favorecida (principalmente numa disciplina de caráter empírico como a Química). As propostas mais recentes de ensino de química têm como um dos pressupostos a necessidade do envolvimento ativo dos alunos nas aulas, em um processo interativo professor/aluno, em que os horizontes conceituais dos alunos sejam contemplados. Isso significa criar oportunidades para que eles expressem como veem o mundo, o que pensam, como entendem os conceitos, quais são as suas dificuldades etc. (SOUZA; JUSTI, 2005, p. 3).

Ao fazer uso da contextualização nas aulas de Química, é necessário que o professor busque, durante o processo de transmissão de

conceitos e amadurecimento dos conteúdos, explorar a capacidade intelectual dos alunos sobre diversos temas, procurando, além de transmitir novas informações, ressignificar conhecimentos já adquiridos pelos aprendizes, já que estes possuem uma bagagem de conhecimentos que vêm sendo trabalhados ao longo de sua formação escolar, como também o conhecimento do senso comum inserido no cotidiano do indivíduo. Com isso, o professor deixa de ser apenas um mero transmissor de conteúdos e passa a ser mediador no processo de ensino aprendizagem. Como afirma Schnetzler (1995 *apud* WILSEK; TOSIN, 2009, p. 4):

O professor precisa saber identificar as concepções prévias de seus alunos sobre o fenômeno ou conceito em estudo. Em função dessas concepções, precisa planejar desenvolver e avaliar atividades e procedimentos de ensino que venham promover a evolução conceitual nos alunos em direção às ideias cientificamente aceitas. Enfim, ele deve atuar como professor-pesquisador.

Sobre a importância da contextualização voltada ao ensino de Química, alguns autores definem, em suas obras, conceitos diversos para a palavra contextualização. No trabalho de Wartha e Alário (2005), ao analisarem a contextualização nos livros didáticos, os autores conceituam que “contextualizar é construir significados e significados não são neutros, incorporam valores porque explicitam o cotidiano, constroem compreensão de problemas do entorno social e cultural, ou facilitam viver o processo da descoberta” (WARTHA; ALÁRIO, 2005, p. 43).

O tema Polímeros

Polímeros são macromoléculas caracterizadas por seu tamanho, estrutura química e interações intra e intermoleculares. Possuem unidades químicas denominadas monômeros ligadas por ligações covalentes, repetidas, regularmente ao longo da cadeia (MANO; MENDES, 1999). Por estar presente em diversos materiais do cotidiano (plásticos, pneus, implantes de silicone), torna-se um assunto que pode ser abordado em diversos aspectos, como meio ambiente, sustentabilidade, ciência, tecnologia e sociedade-CTS.

Por ser um tema ligado ao dia a dia de todos, “polímeros”, como tema norteador para a construção do conhecimento da Química no Ensino Médio, possui um grande potencial, tendo em vista que muitos materiais presentes no cotidiano do aluno são de natureza polimérica. Pode-se ressaltar a versatilidade do tema, pois, por estar presente em diversos materiais sintéticos ou naturais no cotidiano, o tema pode ser explorado em diversas ações, que possibilitem reflexão social e tecnológica do tema, podendo ser um importante aliado do professor em questões de âmbito ambiental e social, gerando uma ação reflexiva dos discentes no contexto social em que está inserido.

Além de estarem presentes no cotidiano, possibilitando a contextualização do conteúdo, ao trabalhar-se o tema Polímeros no Ensino Médio, podem se estabelecer conexões entre outras disciplinas, como a Física e a Biologia no campo das Ciências da Natureza ou a História, que pertence a outra área do conhecimento (Ciências Humanas).

Neste trabalho, a escolha pelo tema Polímeros deu-se devido à fácil aplicação desse tema, em uma abordagem contextualizada, e à sua pouca exploração no Ensino Médio. Foi realizado um estudo, para que o tema pudesse ser trabalhado em uma abordagem baseada em contextualização e também na experimentação.

Nessa perspectiva, surgiram questionamentos que foram alvo dessa investigação: o tema Polímeros é conhecido pelos estudantes do Ensino Médio? A contextualização do tema pode auxiliar no processo de seu ensino? A experimentação pode aumentar o interesse do aluno pelo tema?

Desenvolvimento

O presente trabalho foi desenvolvido com uma turma do 3º ano de Ensino Médio, do turno matutino, em uma escola pública da rede estadual de ensino localizada no Município de Ipu-CE. A escolha da turma de terceiro ano justifica-se pela organização dos conteúdos no livro didático, tendo em vista que é nessa série do Ensino Médio que o conteúdo Polímeros é ministrado. Os estudantes possuíam uma faixa etária entre 16 e 17 anos, a maioria residente na zona rural do referido município.

As atividades propostas foram divididas em duas etapas: uma destinada à compreensão teórica do tema e outra voltada à experimentação.

Na primeira etapa, foi destinado um período de 4 h/a, durante o qual foi desenvolvida a transmissão do conteúdo por meio de aulas expositivas, procurando estabelecer a contextualização do tema Polímeros. O conteúdo foi dividido em dois subtemas principais: “polímeros naturais” e “polímeros sintéticos”, cada subtema teve 2 h/a com o tempo de 50 minutos cada aula.

Nessa etapa, foram apresentados documentários históricos sobre o ciclo da borracha na Amazônia, estabelecendo conexões com o contexto histórico que envolvia esse período da História do Brasil, como também a importância do polímero constituinte da matéria-prima da borracha com outros polímeros naturais e suas propriedades físico-químicas.

Além disso, conceitos interdisciplinares foram abordados com o objetivo de mostrar as relações entre os conteúdos de Química e os polímeros presentes no cotidiano dos discentes, suas aplicações e importância do ponto de vista social e econômico.

Após a parte destinada à teoria, realizaram-se dois experimentos com a turma em estudo. O primeiro experimento consistiu na síntese de um polímero sintético, a partir de seus respectivos monômeros (síntese da poliuretana), já o segundo experimento consistiu da modificação estrutural do polímero poliacetato de vinila (PVC), presente em colas brancas comerciais. Para essas atividades, foi disponibilizado um tempo de 2 h/a com 50 minutos cada aula.

A escola em que foi realizada a pesquisa não conta com um laboratório específico da disciplina de Química, mas possui uma sala adaptada, onde funciona o laboratório de ciências. Esse espaço conta com uma estrutura com capacidade média de 20 estudantes, e tem como objetivo auxiliar nas aulas práticas das disciplinas de Física, Química, Biologia e Matemática.

Por conta de o número de alunos da turma ser maior do que a capacidade ideal do laboratório de ciências, os experimentos ocorreram na própria sala de aula, já que os reagentes necessários para as práticas não necessitavam de grande habilidade de manuseio e vidrarias, bem como local apropriado para realização do experimento ou descarte de algum material.

A turma foi dividida em duas equipes, ambas realizaram os experimentos de forma alternada. Cada equipe fazia suas anotações e respondia o pós-laboratório. Ao final, discutiram suas observações a respeito de cada experimento. Durante a discussão sobre os experimentos, o professor fez a mediação a fim de estabelecer a ordem cronológica das ideias, bem como auxiliar no desenvolvimento das atividades das equipes. Após a etapa da experimentação, os alunos responderam um questionário elaborado pelo pesquisador, utilizando a escala de Likert. No questionário, composto de cinco perguntas, foram utilizadas as siglas CT para “Concordo Totalmente”, CP para “Concordo Parcialmente”, DP para “Discordo Parcialmente” e DT para “Discordo Totalmente”.

Apresentação e discussão dos dados

No processo de ensino-aprendizagem em que se realiza uma pesquisa, a fim de verificar a aceitação de uma metodologia aplicada ao grupo específico, torna-se importante a avaliação do método utilizado. Ao sugerir uma abordagem pedagógica diferenciada, o professor elabora um conjunto de estratégias que objetivam o aprendizado dos alunos, ao final de todo o processo. Sendo assim, nessa etapa da pesquisa, buscou-se expressar qualitativamente a percepção dos discentes sobre o tema em estudo, como também sobre a forma de ensino à qual foram submetidos ao longo do processo de intervenção pedagógica.

A primeira questão da pesquisa foi a seguinte: “O uso de temas que estão presentes no cotidiano, desperta em você, um maior interesse pela Química?”. De acordo com os dados obtidos, 80% dos entrevistados responderam afirmativamente de forma absoluta, enquanto 20% responderam afirmativamente, mas com ressalvas. Percebe-se que o uso de temas do cotidiano do aluno pode despertar seu interesse pelos conteúdos de Química, tornando o ensino da disciplina mais prazeroso e eficaz, devido a perceberem a sua aplicabilidade.

Nessa perspectiva, é essencial que o aluno possa ter esse contato com diversos assuntos presente no dia a dia e que possa fazer o elo entre

o conhecimento científico que está sendo repassado ao longo das aulas e o cotidiano, ou seja, a vida prática.

De acordo com os PCNEM,

O aprendizado de Química pelos alunos de Ensino Médio implica que eles compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e assim possam julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos (BRASIL, 1996).

Porquanto, abordar temas presentes no contexto social e econômico no qual o aluno esteja inserido poderá despertar o interesse pela disciplina, podendo assim trazer melhoria na aprendizagem. Porém, não será sempre única e exclusivamente ao expressar exemplos e aplicações presentes no cotidiano, que o aluno fornecerá uma aprendizagem satisfatória. Na análise do gráfico, observou-se que, mesmo sendo exposto aos mesmos processos dos demais alunos, 20% dos entrevistados concordaram parcialmente com a afirmação. Refletindo, dessa maneira, uma forma diferenciada do entendimento da metodologia, o que evidencia uma percepção da proposta pedagógica diferente dos demais alunos participantes da pesquisa.

Na segunda pergunta do questionário de pesquisa, ao serem indagados sobre o contato com o tema Polímeros, a questão “A aula teórica ministrada pelo professor foi o seu primeiro contato com o tema “polímeros?” teve 100% dos alunos participantes da pesquisa respondendo “concordo totalmente”. Com isso, observou-se que, embora o tema esteja presente nos livros didáticos do Ensino Médio e esteja relacionado com outras áreas do conhecimento, o assunto ainda não havia sido abordado durante a formação desse aluno, valendo ressaltar que os discentes pesquisados cursavam a última série do Ensino Médio, logo se torna mais incomum o não contato com o tema. Isso mostra que muitos alunos concluem a educação básica, com pouco ou quase nenhum conhecimento a respeito do tema. Isso corrobora com outras percepções, já relatadas na literatura, de que o tema Polímeros é pouco trabalhado, nas escolas brasileiras de Ensino Médio, principalmente

pela falta de textos e experimentos adequados às necessidades de tais escolas (MARCONATO; FRANCHETTI, 2002).

Na terceira pergunta do questionário, buscou-se ter a percepção se o aluno relacionou o tema estudado com o cotidiano. A questão colocada foi: “O tema polímeros está bastante correlacionado com o cotidiano”. De acordo com os dados obtidos, 83% dos discentes concordaram totalmente com a afirmação apresentada; já 17% afirmaram concordar parcialmente com a indagação. Nesta análise, observou-se que a maioria dos discentes reconheceu a correlação do tema com o seu cotidiano.

Dessa forma, além de correlacionar o conhecimento científico com o cotidiano, é fundamental que o aluno perceba a importância do tema e, conseqüentemente, da Química, dentro da sociedade, de modo que possa perceber a relação entre os conteúdos e as diversas relações dentro da sociedade. Assim, isso vem sendo defendido por inúmeros autores. Dentre os trabalhos voltados especificamente ao tema polímeros, destacamos os de Fumagale e Sá (2012), que contextualizaram os polímeros com o meio ambiente, e de Latini *et al.* (2013), que abordam o tema polímeros voltado à educação CTS.

Com isso, a abordagem contextualizada na perspectiva dos polímeros possui grande potencialidade em suas correlações com o cotidiano, por estar presente em diversos produtos industrializados, ser comum ao dia a dia das pessoas e poder facilitar a aprendizagem do conteúdo abordado em sala.

Porém, observamos que 13% dos alunos participantes da pesquisa concordaram parcialmente com afirmação proposta. Esse dado mostra que, embora boa parte dos alunos possa ter contato com materiais poliméricos presentes no cotidiano, a percepção e os conceitos desenvolvidos em sala, muitas vezes, ficam desconectados da realidade cotidiana.

Na terceira pergunta, buscou-se avaliar a importância do tema polímeros na formação dos alunos. A questão abordada foi: “A aprendizagem do tema “polímeros” teve alguma relevância em sua formação?”, tendo como resultado o seguinte: 47% concordaram totalmente; 46 % concordaram parcialmente; e 7% discordaram parcialmente. Muitas

vezes, as disciplinas estudadas durante o Ensino Médio são encaradas pelos alunos como necessárias apenas para a etapa que antecede o acesso ao nível superior. Inúmeros conteúdos cobrados, fórmulas decorativas, os chamados “bizus”, muito presentes nos cursinhos preparatórios para acesso ao Ensino Superior, permanecem ainda na cultura escolar e fazem parte da formação do aluno. Esse paradigma vem prevalecendo por vários anos, isso acaba dificultando sua percepção quanto à importância do conteúdo ministrado e as diversas relações no contexto social.

Dessa forma, estando presente em diversos materiais e correlacionado com o cotidiano, observa-se que, para a maioria dos entrevistados, o tema polímeros possui relevância para a sua formação, enquanto apenas pequena margem dos alunos respondeu que discordam parcialmente da afirmação, o que implica que pequena parte dos alunos não percebeu a inclusão do tema em seu contexto social e a importância de conhecê-lo durante sua formação.

A compreensão do conteúdo, seja ela satisfatória ou não, passa pela metodologia do professor. Embora seja uma disciplina voltada ao campo da ciência e tecnologia, muitos alunos terminam o Ensino Médio e acabam não compreendendo a importância das Ciências da Natureza, dentro do desenvolvimento científico e tecnológico de modo geral. Nessa perspectiva, os PCN’S têm como objetivo “se contrapor à velha ênfase na memorização de informações, nomes, fórmulas e conhecimentos como fragmentos desligados da realidade dos alunos” (BRASIL, 2006, p. 109).

Na questão número 4, indagou-se a respeito da importância das atividades experimentais para a compreensão do tema polímeros. A questão que dizia “As atividades experimentais, realizadas durante a apresentação do conteúdo, foram importantes para a compreensão do tema Polímeros” apresentou o seguinte resultado: 80% para o item concordo totalmente; e 20% dos discentes responderam ao item concordando parcialmente. As respostas dos alunos a essa questão nos mostra uma percepção homogênea dos discentes, quanto ao uso da experimentação propostas nas aulas de Química durante a pesquisa realizada, como facilitador da compreensão do tema polímeros.

O uso de experimentos como recurso pedagógico deve ser englobado ao planejamento do professor, a fim de tornar as aulas mais atrativas, objetivando um maior aprendizado dos discentes, mas não somente isto.

A experimentação se justifica por motivos ligados à estrutura da ciência, à Psicopedagogia, à Didática específica, à reformulação conceitual entre outros, sendo considerada ferramenta para o ensino e aprendizagem de Química. Como ingrediente de ensino, deve-se considerá-la indissociável (SCHWAHN; OAIGEN, 2009, p. 2).

Em referência ao Ensino Básico, especificamente o Ensino Médio, a experimentação muitas vezes não é utilizada como recurso durante as aulas de Química. Isso decorre tanto da falta de laboratório ou materiais, quanto da falta de preparo dos professores em relação ao uso dessa metodologia em suas aulas. Para Ferreira, Hatwing e Oliveira (2010, p. 101), “a experimentação no ensino de Química constitui um recurso pedagógico importante que pode auxiliar na construção de conceitos”.

No que se refere ao tema Polímeros, encontrou-se uma maior dificuldade ao tentar utilizar a experimentação como recurso na abordagem do assunto. Muitas vezes, o tema é pouco abordado experimentalmente, devido à falta de materiais ou reagentes adequados para a confecção de experimentos voltados ao tema.

Utilizar a experimentação somente por utilizar, sem provocar discussões a respeito dos fenômenos observados durante o experimento; roteiros experimentais na forma de receituário em que o aluno seja induzido a obter um resultado pronto e acabado; são pontos questionados pelos autores em relação ao uso da experimentação durante as aulas de Química.

[...] um dos maiores desafios do uso de aulas práticas no ensino de Química na Educação Básica é construir um elo entre o conhecimento ensinado e o cotidiano dos alunos. A ausência de conexão entre o conteúdo passado em sala de aula e o dia-a-dia, pode justificar a indiferença entre os alunos e também em relação aos próprios professores quando do uso da experimentação (SCHWAHN; OAIGEN, 2009, p. 2).

Dessa forma, cabe ao professor realizar o planejamento adequado para potencializar esse objeto pedagógico, para que obtenha uma interação

satisfatória entre o conteúdo e os conceitos químicos observados durante a experimentação, fazendo com que o aluno possa inter-relacionar o fenômeno químico com a teoria, proporcionando um ensino em que ele possa ser um participante ativo no processo de ensino e aprendizagem.

Na pergunta número 5, foi questionado aos discentes se o uso de exemplos de plantas regionais despertou neles um maior interesse pelo tema. A questão analisada foi: “O uso de exemplos de plantas regionais voltadas aos polímeros despertou seu interesse pelo tema?”. Obteve-se um percentual de 67% com o termo concordo parcialmente, seguido de 26% do termo concordo totalmente, enquanto 7% dos discentes responderam que discordam parcialmente da afirmação proposta no questionário. Nesse sentido, ao aplicar a intervenção pedagógica, buscou-se, durante a explanação do tema, mostrar algumas plantas da região que são utilizadas em diversas pesquisas desenvolvidas na Universidade Federal do Ceará-UFC, e a importância de conhecer esse tema para a vida do educando.

Na análise desse item, observou-se que, ao explorar o tema exemplificando as características regionais dos polímeros nas aulas de Química, foi visto, de maneira satisfatória, o despertar do interesse por parte dos discentes pelo tema. A regionalização dos conteúdos desenvolvidos ao longo do Ensino Médio vem fazendo parte da nova proposta pedagógica desenvolvida pelo Ministério da Educação-MEC. Nessa proposta, destinam-se 40% dos conteúdos desenvolvidos em sala como livres para que estados e municípios abordem temas regionais de cada região (BRASIL, 2015).

Embora, atualmente, as políticas públicas estejam propondo a integração do currículo escolar entre região/escola/conteúdo, o processo ocorre de maneira gradativa, tendo em vista que a maioria dos alunos ainda é ensinada pelo modelo tradicionalista, cujo foco principal é a transmissão de conteúdo, com pouca relação entre a importância do tema, sua aplicabilidade e impactos sociais e econômicos relacionados ao tema.

É importante que essa formação possibilite conhecer como a Química foi se consolidando como ciência, com seus métodos, modelos e teorias. Isso permite a compreensão da dinâmica da geração do conhecimento, com seus avanços, disputas e erros,

e a influência de contextos sociais nesse processo de construção humana. É necessário garantir espaço e tempo escolares para que sejam abordados esses temas, de forma que o conhecimento faça sentido para a vida dos/as estudantes (BRASIL, 2016, p. 147).

Nessa perspectiva, existe a dificuldade de muitos docentes em abordar essa metodologia em suas aulas. Para isso, são necessárias formações continuadas para o professor, pois este, ao abordar tais temas em suas aulas, deve buscar informações além do livro didático, para assim poder apresentar aos discentes o que está sendo desenvolvido em Universidades, institutos de pesquisas, proporcionando ao aluno uma nova cultura menos fragmentada do contexto social no qual o indivíduo está inserido.

Considerações finais

Na análise desta pesquisa, observou-se que Polímeros é um tema que permite trabalhar o uso da contextualização e também da experimentação nas aulas de Química do Ensino Médio. Constatou-se que, mesmo cursando o terceiro ano do Ensino Médio, os alunos não tinham conhecimento sobre o tema, embora esteja diretamente ligado ao cotidiano. Isso nos faz refletir por que um tema tão presente no cotidiano do aluno está longe da abordagem em aulas de Química. Verificou-se que uma proposta metodológica baseada na contextualização dos conteúdos, aliada ao uso da experimentação como recurso pedagógico nas aulas de Química, pode potencializar o ensino e aprendizagem desse conteúdo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: MEC/Semtec, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: MEC/Semtec, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Brasília: MEC, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. *Entenda o que muda com o novo currículo do ensino público brasileiro*. 2015. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/educacao/2015/09/entenda-o-que-muda-com-o-novo-curriculo-do-ensino-publico-brasileiro>. Acesso em: 23 nov. 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. 2a. versão rev., abr. 2016. Disponível em: <http://basenacional-comum.mec.gov.br/images/relatorios-analiticos/bncc-2versao.revista.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2020.

FERREIRA, L. H.; HATWING, D. R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de Química: uma abordagem investigativa contextualizada. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 101-106, maio 2010.

FUMAGALE, V. V. F.; SÁ, M. B. Z. *Contextualizando conceitos químicos: os polímeros e o meio ambiente: o professor PDE e os desafios da Escola Pública Paraense*. 2012. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2012/2012_uem_qui_artigo_valdirene_vieira_da_fonseca.pdf. Acesso em: 5 jun. 2016.

LATINI, R. M. *et al.* A abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino de Química. *Revista Praxis*, v. 5, n. 10, p. 11-19, 2013.

MANO, E. B.; MENDES, L. C. *Introdução a Química de Polímeros*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. 203 p.

MARCONATO, J. C.; FRANCHETTI, S. M. Polímeros superabsorventes e as fraldas descartáveis: um material alternativo para o ensino de polímeros. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 15, p. 42-44, maio 2002.

MERÇON, F. *et al.* Estratégias didáticas no ensino de Química. *Revista Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 79-93, 2012.

PORTO, E. A. B.; KRUGUER, V. Breve histórico do ensino de Química no Brasil. *In: ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA*, 33., 2013, Ijuí. *Anais [...]*. Ijuí: Sociedade Brasileira de Química, 2013. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/edeq/about>. Acesso em: 15 jul. 2015.

SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S. *Química cidadã*. São Paulo: Nova Geração, 2010. p. 134.

SOUZA, V. C. A.; JUSTI, R. S. O ensino de Ciências e seus desafios humanos e científicos: fronteiras entre o saber e o fazer científico. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 5., 2005, Bauru. *Atas [...]*. Bauru: Unesp, 2005. p. 1-12.

SCHWAHN, M. C. A.; OAIGEN, E. R. Objetivos para o uso da experimentação no ensino de Química: a visão de um grupo de Licenciando. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 7., 2009, Florianópolis. *Anais [...]*. Florianópolis. Disponível em: <http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/222.pdf>. Acesso em: 4 maio 2015.

SIGANSKI, B. P.; FRISON, M. D.; BOFF, E. T. O. O livro didático e o ensino de Ciências. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*, 14., 2008, Curitiba. *Anais [...]*. Curitiba. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0468-1.pdf>. Acesso em: 20 maio 2015.

WARTHA, E. J.; ALÁRIO, A. F. A contextualização no ensino de Química através do livro didático. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 22, p. 42-47, 2005.

WILSEK, M. A. G.; TOSIN, J. A. P. *Ensinar e aprender ciências no ensino fundamental com atividades investigativas através da resolução de problemas*. Secretaria de Educação do Estado do Paraná. 2009. Disponível em: <http://www.educacao.pr.gov.br/>. Acesso em: 4 maio 2014.

ZULIANI, S. R. Q. A.; ÂNGELO, A. C. D. A utilização de estratégias metacognitivas por alunos de química experimental: uma avaliação da discussão de projetos e relatórios. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – ENPEC, 2., 1999, Valinhos/SP. *Atas* [...]. Valinhos/SP, 1999.

SUGESTÃO DE METODOLOGIA DE CRIAÇÃO DE CRITÉRIOS CARACTERIZANTES E AVALIATIVOS DO NÍVEL DE DIFICULDADE DE QUESTÕES DE TERMOLOGIA DO SEGUNDO ANO DO ENSINO MÉDIO

*Francisco Gilvan Barbosa da Rocha⁹
Amaro Valentim Silveira do Nascimento¹⁰
Carlos Alberto Santos de Almeida¹¹*

Justificativa

A maioria dos alunos de Ensino Médio da EEEP Alan Pinho Tabosa apresentam grande dificuldade na disciplina de Física, principalmente, no assunto relacionado a Termologia, o ramo da física que estuda os fenômenos relativos à energia térmica, isto é, a forma de energia relacionada à agitação das partículas de um corpo ou sistema.

Sabemos também que um dos fatores que proporcionam tais dificuldades é a falta de conhecimentos básicos de matemática e de

⁹ Graduando em Engenharia da Computação na Universidade da Integração da Lusofonia Afro-Brasileira. E-mail: gilvanbrocha@gmail.com

¹⁰ Licenciado em Física pela Universidade Federal do Ceará, Mestrando em Ensino de Física (MNPEF) pela Universidade Federal do Ceará, Professor de Física (SEDUC-CE). E-mail: im_amaro@yahoo.com

¹¹ Bacharel em Física pela Universidade Federal do Ceará, Doutor em Física pelo Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, Professor Titular do Departamento de Física da Universidade Federal do Ceará. E-mail: carlos@fisica.ufc.br

interpretação textual dos estudantes que chegam ao colégio. Com esse Curso de Introdução à Termologia, oferecemos uma alternativa aos alunos da escola nessa matéria.

Às dificuldades, podemos adicionar o momento “questões a serem resolvidas”. Foi apresentada a alguns professores uma situação hipotética em que deveriam retirar de um grupo de questões aquelas que não soubessem resolver; a tarefa seguinte seria colocá-las em ordem decrescente de dificuldade. A partir daí, perguntamos como caracterizar questões entre fáceis e difíceis, e os profissionais responderam majoritariamente que um pré-requisito seria saber resolver ou não a questão.

Nesse quadro, é importante avaliar as questões segundo alguns critérios, tais como os níveis de abstração requeridos, ou seja, quanto o estudante vai ter que imaginar, em conjunto com a dificuldade na matemática, ou seja, as propriedades matemáticas exigidas, como as proporções que aparecem constantemente para resolver as atividades. Outro critério importante é a interpretação, a parte que requer, em si, o entendimento do texto, das informações fornecidas e da resposta esperada. É importante verificar os seguintes fatores: a exigência ou não de cálculo; as já existentes competências e habilidades ENEM; o conteúdo a ser trabalhado no dia; o objetivo da questão a ser trabalhado; o conteúdo matemático a ser utilizado nas questões; as grandezas envolvidas nos fenômenos, entre outros.

Nessa proposta, incluímos o ambiente de um curso de termologia, ao qual aplicamos os critérios, visando, entre outras coisas, a avaliar o desempenho por parte dos alunos nas soluções das questões. Buscamos avaliar o impacto nos resultados a partir de alterações nos critérios de escolhas, que discutiremos no trabalho, ao lado das próprias competências e habilidades já norteados pelo Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Portanto os objetivos deste trabalho são criar uma ferramenta para facilitar a análise e escolha das questões de acordo com sua dificuldade e suas características, aplicar a ferramenta numa disciplina e verificar os efeitos no processo de aprendizagem dos alunos.

Para avaliação final dos alunos, utilizamos a Avaliação Individual, último processo da técnica criada pela EEEP Alan Pinho Tabosa, a ETMFA (Exposição introdutória, Tarefa individual, Meta

coletiva, Fechamento e Avaliação individual), cujo meio de verificação foi o Índice de Desenvolvimento Acadêmico Individual (IDACI_{mod}), idealizado por Cunha (2014) e modificado por Sousa (2015).

Introdução teórica

Aqui discutiremos como o propósito deste trabalho se alinha com vertentes psicoeducacionais. Como fonte de pesquisa para o levantamento das informações sobre os teóricos aqui abordados, usamos o livro *Learning Theories an Educational Perspective* (SCHUNK, 2012).

Tomemos, inicialmente, o cerne do conjunto de atividades publicadas de Thorndike (THORNDIKE, 1932), a Lei do Efeito, segundo a qual todo comportamento de um organismo vivo tende a se repetir, se recompensado positivamente assim que este emitir o comportamento, ou o comportamento tende a não se repetir se for punido.

Podemos traçar um paralelo entre a caixa de problemas, experimento basilar da teoria de Thorndike, e o ambiente escolar. No experimento, temos um gato preso em uma gaiola dotada de uma alavanca que permite abrir sua porta e que pode ser acionada pelo próprio gato. Do lado de fora da gaiola, há um prato com alimento. Em princípio, constata-se a necessidade inerente do gato de sair para se alimentar ou apenas se libertar. Essa situação pode ser comparada à do aluno de hoje. Diante das várias necessidades e opções de atividades, como interagir em redes sociais, namorar, jogar, assistir a vídeos no Youtube, filmes, séries etc.; dormir, comer..., não faltam motivos para sair da sala de aula. Porém, assim como Thorndike negociava a liberdade do gato em troca de um comportamento específico (a técnica de abrir a porta da caixa), nós educadores também fazemos com os alunos, criando um ambiente do qual ele só sairá após o aprendizado dos conhecimentos da Base Nacional Comum, ou os determinados pelo professor. Não estamos fazendo juízo de valor quanto ao modelo educacional em que estamos inseridos, apenas fazendo analogias.

Por outro lado, é de senso comum o prazer e a satisfação de conseguir realizar uma atividade por nós mesmos. Como comprovação, temos que um dos temas em alta na pesquisa do Youtube são tutoriais e

vídeos com tema faça você mesmo. Logo, trazer esse sentimento para sala de aula e utilizá-lo no processo de aprendizagem é algo válido. Devemos lembrar também que Thorndike observou que estímulos não punitivos tendem a ser mais eficazes. Com ele, surge o conceito de modelagem no qual o indivíduo tem seu comportamento moldado por uma sequência de estímulos. Se pensarmos na satisfação em elucidar um problema proposto ao aluno como esse estímulo, a resposta comportamental desse aluno será interagir mais durante a aula para novamente obter esse sentimento: formamos um estímulo e resposta que deve ser reforçado pela repetição desse ciclo. Então vemos aqui a importância de uma perfeita integração entre esse panorama e este trabalho.

Mas como escolher itens adequados à realidade do aluno de forma a promover esse ciclo? A resposta é fortalecendo o vínculo entre estímulo e resposta, objetivo final da vertente teórica.

Em suas pesquisas, Skinner (2003) tinha como pontos principais do seu estudo: o estímulo, a resposta e o reforço. Esses eram passos para estimular a repetição de um comportamento desejado ou a extinção de um comportamento indesejado. Todo esse processo é conhecido como Modelagem.

Primeiro, Skinner faz uma distinção entre dois comportamentos:

- Reflexo

Ex.: arrepios, expressar dor etc.

Característica principal: ser involuntário.

- Operante

Ex.: abrir uma gaveta, ficar em pé etc.

Característica principal: ser voluntário.

Dessa forma, vemos que o autor se dedicou ao estudo do Comportamento Operante. Por analogia, podemos entender que Thorndike se dedicou ao Comportamento Reflexo.

Para se discutir a Modelagem do Comportamento Operante, são necessárias algumas observações sobre o que seria o Reforço. Trata-se de uma condição ou objeto dado como premiação ou punição de um

comportamento. Vemos muito isto em escolas, desde distribuição de medalhas por rendimentos satisfatórios ou a bonificação numérica por comportamento. Esses seriam exemplos de Reforços Positivos (algo desejado é dado em troca). Por outro lado, quando se exige que o aluno alcance uma nota mínima para que não faça a recuperação paralela, temos um Reforço Negativo (pois algo indesejado é retirado em troca). Os Reforços têm, portanto, a função de proporcionar prazer em troca de um comportamento. A reincidência em comportamentos indesejados também pode ser evitada por meio de punições. Quando, por exemplo, um aluno desrespeita um professor, funcionário ou outro aluno, o ato de intervir chamando os pais, exigindo um trabalho oral conscientizando a importância do respeito, convocando o conselho tutelar, convocando a polícia etc., são formas de punir o aluno.

Como o projeto aqui apresentado pode corroborar com essa vertente comportamentalista? Pensando de modo operante uma habilidade específica na resolução de itens, como razão e proporção, podemos condicionar um aluno a primeiro testar qual habilidade é mais adequada na resolução do problema. Daí a importância de filtrar habilidades a serem trabalhadas com os alunos.

Em Física, temos duas competências e habilidades a serem trabalhadas segundo o INEP (instituição organizadora do ENEM), hoje principal diretriz curricular socialmente adotada pelos professores (INFOENEM, 2018). Aqui nos restringiremos a estudar sua aplicação no campo da Termologia. Um sistema termológico interage e troca energia com o meio pelo *calor*, energia térmica em transferência de um corpo para outro ou dentro do mesmo corpo, e pelo *trabalho*, que também pode ser chamado de variação da energia cinética, ou seja, do *movimento* (BISCUOLA, 2012). Ao analisarmos esse nicho, temos como identificar várias habilidades e várias competências descritas pelo INEP. Questões que envolvem situações reais (proposta intrínseca do ENEM), em geral, envolvem habilidades externas à Física (como a interpretação, que vem da área de linguagem e códigos, e a resolução de problemas, que vem da área de matemática e suas tecnologias). No Ensino Médio, em se tratando do nicho aqui proposto, sempre são trabalhados os conceitos de razão, proporção, equação, função etc., já trabalhados no Ensino Fundamental na

disciplina de matemática. Aqui o crescimento e desenvolvimento podem ser estimulados pelo uso de questões desde que estas estejam de acordo com as necessidades dos alunos. Portanto, caracterizá-las é um passo fundamental e essencial para a construção dos passos da evolução do aluno.

Contexto

Público alvo

O público alvo, em sua maioria, são os alunos de primeiro e segundo ano da EEEP Alan Pinho Tabosa. Esses alunos são da cidade de Pentecoste e arredores. Naturalmente marginalizados e sem acesso a informações, quando consideramos o acesso formal ao conhecimento. Anualmente, aplica-se aos alunos recém-chegados uma avaliação diagnóstica, em que se consideram tópicos essenciais como as competências e habilidades, importantes em matemática e português. O rendimento, em média, tem sido alarmante e desafiador. Este trabalho busca contribuir justamente para a evolução desses alunos.

Participantes

No início do ano de 2018, os alunos do 3º ano do Ensino Médio do Curso Acadêmico foram desafiados pelo seu coordenador de curso, Magelo Braga, a facilitarem cursos para os demais alunos da escola e apresentarem seus resultados ao final do ano. Dois alunos que já desenvolviam um projeto com o seu professor de Física pediram ajuda para desenvolver um projeto de um Curso de Introdução à Termologia (CIT). Formaram portanto, uma equipe de planejamento, execução e análise do curso, tendo, como facilitadores do CIT, Maria Gessilane Teixeira da Silva; Francisco Gilvan Barbosa da Rocha, e, como coordenador do projeto, Amaro Valentim Silveira do Nascimento.

Objetivos gerais

Criar um método de análise de questões, a fim de atingir sua máxima adequação à realidade de uma escola, turma ou aluno e, dessa

forma, poder construir um caminho de desenvolvimento de habilidades dos alunos. Visamos com isso a contribuir para que outros profissionais enxerguem os exercícios de outra forma e consigam fazer com que seus alunos evoluam, levando mais qualidade ao trabalho de toda a comunidade de professores.

Objetivos específicos

- caracterizar os itens;
- classificar os itens;
- escolher os itens e avaliá-los por meio de critérios;
- avaliar o impacto quantitativo ao alterar a forma de escolha de questões, usando os critérios que identificamos no nosso trabalho.

Metodologia

Atividades

Primeiro ciclo

O curso começou com duas turmas. Uma delas onde ficavam todos os quatro responsáveis, das 13h às 14h40, no primeiro horário; e outra, que envolvia somente dois, Gilvan Barbosa e Gessilane Teixeira. No curso, foi utilizada a metodologia de Aprendizagem Cooperativa, e a principal técnica abordada foi a ETMFA (Exposição Introdutória, Tarefa Individual, Meta Coletiva, Fechamento e Avaliação Individual). Das duas turmas, a primeira era trabalhada com células em alternância, heterogênea (escolha imposta, podendo ser por sorteio ou nível de desenvolvimento dos alunos na disciplina) e homogênea (em livre escolha, ou seja, por afinidade), e a segunda com células fixas.

Todas as aulas foram trabalhadas com Exposição Introdutória, com utilização de projetor de multimídia, com exceção do dia 15 de março de 2018, nas duas turmas. A primeira optou por trazer uma lista de questões e ir para o Fechamento e, em seguida, para a Avaliação Individual, enquanto, na outra turma, a exposição se deu com o uso do quadro branco.

A Tarefa Individual aconteceu em todas as aulas, assim como a Meta Coletiva e o Fechamento. A Avaliação Individual só não ocorreu em duas ocasiões: a primeira no dia 8 de março de 2018, com a primeira turma, por entendimento dos alunos, fazendo com que a Avaliação ocorresse na aula seguinte; e a segunda no dia 5 de abril de 2018, na segunda turma, pela falta de participação dos alunos na aula.

Segundo ciclo

No segundo ciclo, diferentemente do primeiro, temos uma turma com participação de apenas dois facilitadores.

A metodologia usada ainda é a de Aprendizagem Cooperativa em conjunto com técnica ETFMA. Essa abordagem foi usada em todas as aulas entre 10 de maio de 2018 e 17 de maio de 2018. Começando com Exposição Inicial, seguida de Tarefa individual para os alunos, Meta Coletiva, Fechamento e Avaliação Individual. Na exposição, é utilizado o projetor de multimídia com a apresentação de slides.

Produtos

- atividades coletivas – lista de questões propostas ao grupo pelo professor com intuito de promover interação promotora e interdependência promotora entre os alunos das aulas;
- avaliações individuais – lista de questões propostas pelo professor aos alunos, para solucionarem individualmente, com intuito de avaliar os objetivos cognitivos da aula;
- avaliação ao final do curso – lista de questões propostas pelo professor aos alunos, para solucionarem individualmente, com intuito de avaliar os objetivos cognitivos de cada aula e, finalmente, a totalidade do curso.

Todas as questões foram retiradas de dois livros disponibilizados pela escola: *Física 2* (BISCUOLA, 2012) e *Universo da física* (SAMPAIO, 2005). Além disso, foram utilizadas como fonte para listas compêndios disponíveis em sítios eletrônicos: Exercícios sobre

Escalas Termométricas (MENDES, 2018a); Questões de Concursos (QCONCURSOS, 2018); Exercícios sobre Escalas Termométricas (SILVA JÚNIOR, 2018a); Exercícios sobre Transmissão de Energia Térmica (MENDES, 2018b); Exercícios sobre Propagação do Calor (SILVA JÚNIOR, 2018b); BixoSP-Ebook-Semana-02-2018 (SILVA JÚNIOR, 2018c); Transmissão de Calor (GEOCITIES, 2018); Exercícios Sobre Capacidade Térmica (SILVA JÚNIOR, 2018d); Exercícios Sobre Calor Específico (SILVA JÚNIOR, 2018e); Exercícios Sobre Calor Sensível E Calor Latente (SILVA JÚNIOR, 2018f); Exercícios Sobre Calor Latente (FÓRUM PiR2, 2010) e Exercícios Sobre Calor Latente.

Meios de verificação

- meta individual;
- meta coletiva;
- meta cooperativa;
- rendimento na avaliação ao final do curso;
- visão qualitativa.

Indicadores de resultado

- infrequências;
- IDACI (Índice de Desenvolvimento Acadêmico, Cooperativo e Individual).

Dificuldades previstas

- dispersão por parte dos estudantes;
- dificuldade para apresentar as aulas, por conta da timidez dos facilitadores;
- a falta de conhecimento básico em matemática e de interpretação textual por parte do público;
- os feriados que possam atrapalhar a sequência das aulas e os planejamentos.

Estratégias de superação

- foi mantido o foco nas atividades;
- foram estudados os conteúdos e planejadas as aulas de modo a tornar confiantes os facilitadores;
- explicar o conteúdo de forma simples e desenvolver, de certa forma, um pouco de conhecimento sobre a matemática e interpretação textual na área da Física;
- antecipar alguns planejamentos, para que não sejamos ainda mais prejudicados com os feriados.

Como foram avaliadas as questões?

Abaixo temos a Tabela 1, com os critérios de caracterização e avaliação das questões, distribuídos nos títulos das colunas. Em cada linha, temos a questão e sua descrição em cada critério. As questões são indicadas da seguinte forma:

$$\begin{matrix} Qx My \\ Av.z Qw \end{matrix}$$

Onde **x** indica a numeração da questão proposta ao aluno; **M** indica que a questão foi aplicada na Meta Coletiva, ou seja, na atividade de grupo, enquanto a numeração que acompanha indica em qual aula essa questão foi usada; **Av.** indica que a questão foi usada na Avaliação Individual, e o número indica em qual aula esse material foi usado.

Tabela 1 – Tabela com a avaliação das questões usadas no CIT

Questão	1ª Se houver cálculo	2ª Qual a competência	3ª Qual a habilidade	4ª Conteúdo
Q1 M1	Sim	1 e 5	H2, H6, H7 e H19	Conversão de escalas Celsius e Fahrenheit
Q2 M1	Sim	2	H2 e H19	Conversão de escalas Celsius e Fahrenheit
Q3 M1	Sim	1 e 2	H2, H3, H6, H17, H18 e H19	Equação termométrica e conversão
Q4 M1	Sim	2 e 5	H2, H3, H17 e H18	Equação termométrica e conversão
Q5 M1	Sim	1, 2 e 5	H2, H3, H6, H7, H17, H18 e H19	Varição de temperaturas entre escalas
Q6 M1	Sim	2 e 5	H6, H17, H18	Criação de escala e conversão entre escalas
Av. 1 Q1	Sim	1 e 2	H2, H3, H6, H7, H17, H18 e H19	Varição de temperaturas entre escalas
Av. 1 Q2	Não	1, 2 e 5	H3, H6, H17, H18	Escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin
Av. 1 Q3	Sim	1	H2, H6, H7 e H19	Conversão da escala Fahrenheit em Celsius
Av. 1 Q4	Sim	1, 2 e 5	H2, H6, H7, H17, H18 e H19	Conversão de temperatura e conversão de escala
Av. 1 Q5	Sim	1, 2 e 5	H2, H3, H7, H17, H18 e H19	Varição de temperatura e conversão de escala
Q1 M2	Não	1, 2, 3, 4, 5 e 6	H2, H6, H9, H15, H17, H18, H20 e H21	Calor e sua propagação
Q2 M2	Não	1, 2, 3, 4, 5 e 6	H2, H3, H6, H9, H14, H17, H18, H20 e H22	Calor e sua propagação
Q3 M2	Não	3, 4, 5 e 6	H9, H10, H14, H18, H20 e H22	Calor e sua propagação
Q4 M2	Não	1, 2, 3, 4 e 5	H2, H3, H4, H6, H11, H14 e H18	Calor e sua propagação
Q5 M2	Não	1, 4, 5 e 6	H3, H14, H18, H19 e H20	Calor e sua propagação
Q6 M2	Sim	5, 6 e 7	H17, H20 e H21	Calor e sua propagação
Av. 2 Q1	Não	1, 2, 5, 6	H2, H3, H6, H7, H17, H18, H20, H21	Calor e sua propagação
Av. 2 Q2	Não	1, 5 e 6	H3, H17, H18, H20 e H21	Calor e sua propagação
Av. 2 Q3	Não	1, 5 e 6	H3, H17, H18, H21 e H21	Calor e sua propagação
Av. 2 Q4	Não	1, 2, 5 e 6	H5, H6, H17, H18, H20 e H21	Calor e sua propagação

Tabela 1 – Tabela com a avaliação das questões usadas no CIT
(continuação lateral 1)

	5º Objetivo	6ª Conteúdo de matemática	7ª Grandezas envolvidas
1	Transformar temperatura Celsius em Fahrenheit	Razão e proporção	Temperatura
2	Transformar temperatura Fahrenheit em Celsius	Razão e proporção	Temperatura
3	Encontrar a temperatura que se encontra com certas unidades acima	Adição, razão e proporção	Temperatura
4	Encontrar o valor das temperaturas dos termômetros, em graus Celsius	Equação de 1º grau, razão e proporção	Temperatura
5	Encontrar o valor da variação da temperatura Fahrenheit em Celsius	Proporção	Temperatura
6	Encontrar o valor correspondente a temperatura Celsius em outra escala	Razão e proporção	Temperatura
7	Encontrar o valor da variação em graus Fahrenheit	Razão e proporção	Temperatura
8	Julgara as afirmações apresentadas	Nenhum	Temperatura
9	Encontrar o valor da temperatura Fahrenheit em Celsius	Razão e proporção	Temperatura
10	Encontrar a variação correspondente em um dia e a conversão em outro, os dois na escala Fahrenheit	Razão e proporção	Temperatura
11	Encontrar valores de temperaturas em Kelvin e Fahrenheit	Razão e proporção	Temperatura
12	Descobrir quais as formas de propagação de calor dentro de uma panela	Nenhum	Calor
13	Determinar onde atua as três formas de propagação de calor, Condução, Convecção e Radiação	Nenhum	Calor
14	Determinar onde atua a forma de propagação da Convecção	Nenhum	Calor
15	Determinar o evento de Convecção presente nos ar condicionados	Nenhum	Calor
16	Determinar as formas de propagação de calor e seus meios de propagação	Nenhum	Calor
17	Descobrir qual vai ser o total de fluxo que vai sair	proporção e Razão	Quantidade de fluxo (cal)
18	Determinar o evento de Convecção presente nos ar condicionados	Nenhum	Calor
19	Determinar como ocorre o evento da propagação de calor da Condução	Nenhum	Calor
20	Identificar as várias formas de propagação do calor	Nenhum	Calor
21	Saber a atuação das formas de propagação do calor na água	Nenhum	Calor

Tabela 1 – Tabela com a avaliação das questões usadas no CIT
(continuação lateral 2)

	Número de passos(contas)	Pré-requisito(contéudo anterior)	Abstração	Dificuldade de Matemática	Interpretação
1	1	Temperatura, escalas e conversão entre escalas	1	2	1
2	1	Temperatura, escalas e conversão entre escalas	1	2	1
3	2	Temperatura, escalas e conversão entre escalas	3	3	3
4	3	Equilíbrio térmico e equação termométrica	3	3	3
5	1	Escalas termométricas e variação termométrica	2	1	2
6	2	Temperatura, escalas e conversão entre escalas	2	2	2
7	1	Escalas termométricas e variação termométrica	1	2	1
8	0	Escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin	2	0	1
9	2	Temperatura, escalas e conversão entre escalas	1	2	1
10	2	Escalas termométricas e variação termométrica	2	3	3
11	2	Escalas Celsius, Fahrenheit e Kelvin	2	3	3
12	0	Saber condução e convecção	3	0	2
13	0	Saber Condução, Convecção e Radiação	2	0	2
14	0	Saber Convecção	1	0	1
15	0	Saber Condução, Convecção e Radiação	2	0	2
16	0	Saber Condução, Convecção e Radiação	1	0	2
17	2	Saber a Lei de Fourier	1	2	2
18	0	Saber Convecção	2	0	1
19	0	Saber Condução	1	0	1
20	0	Saber Condução	1	0	1
21	0	Saber Condução	1	0	1
22	0	Saber Condução, Convecção e Radiação	1	0	1
23	0	Saber Condução, Convecção e Radiação	2	0	3

Fonte: os autores.

A Tabela 1, com os critérios avaliativos, teve como inspiração uma pergunta que fizemos a nós e, em seguida, a estudantes e professores: “O que torna uma questão difícil?”. Os professores, em sua maioria, não souberam responder do jeito que desejávamos, de forma mais clara ou já nos indicando algum critério diferenciador

e hierárquico. A maioria dos profissionais respondia de forma espontânea: “a questão é difícil se eu não souber fazer”.

Com isso, foi criado um impasse em torno de como é avaliado o nível de uma questão pelos professores, haja vista que, nessa perspectiva, não há avanço no aprendizado. Pois, com essa visão, o aluno só poderia responder a questões que já sabe, ou seja, não há perspectiva no aprendizado de novos conteúdos e novas técnicas de resolução de itens e muito menos o desenvolvimento de habilidade e competências, pois o nível de conhecimento dos alunos estagnaria.

Já os estudantes, em sua maioria, quando questionados, forneciam resposta mais clara. Respondiam que a questão mais difícil é aquela com maior número de passos, com matemática e com interpretação de texto complexo, entre outros fatores colocados na tabela.

Para termos uma melhor visão sobre as dificuldades, debatemos sobre como categorizar e avaliar as questões. Com isso, foi criado uma tabela no Excel, para evidenciar as características e as dificuldades das questões. A tabela foi criada com objetivo de analisar as características e os níveis de dificuldade das questões em forma de colunas, nas quais são contempladas as características, as competências e habilidades ENEM, o conteúdo e os objetivos trabalhados nelas, além das grandezas e os pré-requisitos dos conteúdos abordados anteriormente. Referem-se ainda aos níveis de dificuldade de matemática e a interpretação de texto exigidos para solucionar as questões.

Resultados e discussão

As Tabelas 2 e 3 abaixo apresentam os dados para serem analisadas as médias de notas por encontro das turmas do primeiro ciclo, Turma A e Turma B. Na Turma A, os critérios da tabela foram usados, na avaliação das questões, apenas depois da aplicação destas; já a Turma B usou os critérios desde o início. As questões usadas já tinham sido avaliadas usando a tabela, facilitando ainda mais a escolha de questões relacionadas ao nível dos alunos. Além das médias das notas, são apresentadas também as faltas e a Quantidade de Vezes que o Grupo Atingiu a Meta Individual (QVGAMI) da turma. Assim, pode-se

fazer uma correlação entre as frequências e o rendimento das turmas e dos grupos. Destacamos que o QVGAMI marca 1 para cada aula na qual determinado aluno estava em um grupo onde todos alcançaram a meta individual de acertar 3 das 5 questões.

Tabela 2 – Tabelas referentes ao QVGAMI e QA da Turma A

Alunos	15/mar	22/mar	05/mar	QVGAMI
ALUNO 1	F	1	F	1
ALUNO 2	F	F	F	0
ALUNO 3	F	0	F	0
ALUNO 4	F	1	F	1
ALUNO 5	0	F	F	0
ALUNO 6	F	F	F	0
ALUNO 7	0	1	F	1
ALUNO 8	0	1	F	1
ALUNO 9	0	F	0	0
ALUNO 10	0	1	0	1
ALUNO 11	0	0	0	0
ALUNO 12	0	1	0	1
ALUNO 13	0	F	0	0
ALUNO 14	0	F	F	0
ALUNO 15	0	1	0	1
MÉDIA	0,00	0,78	0,00	0,47
Faltas	5	6	9	

Alunos	15/mar	22/mar	05/mar	QA
ALUNO 1	F	4	F	4
ALUNO 2	F	F	F	0
ALUNO 3	F	3	F	3
ALUNO 4	F	4	F	4
ALUNO 5	5	F	F	5
ALUNO 6	F	F	F	0
ALUNO 7	4	3	F	7
ALUNO 8	5	4	F	9
ALUNO 9	4	F	2	6
ALUNO 10	4	4	2	10
ALUNO 11	4	2	1	7
ALUNO 12	4	3	2	9
ALUNO 13	4	F	2	6
ALUNO 14	1	F	F	1
ALUNO 15	3	4	0	7
MÉDIA	3,80	3,44	1,50	5,20

Fonte: os autores.

Tabela 3 – Tabelas referentes ao QVGAMI e QA da Turma B

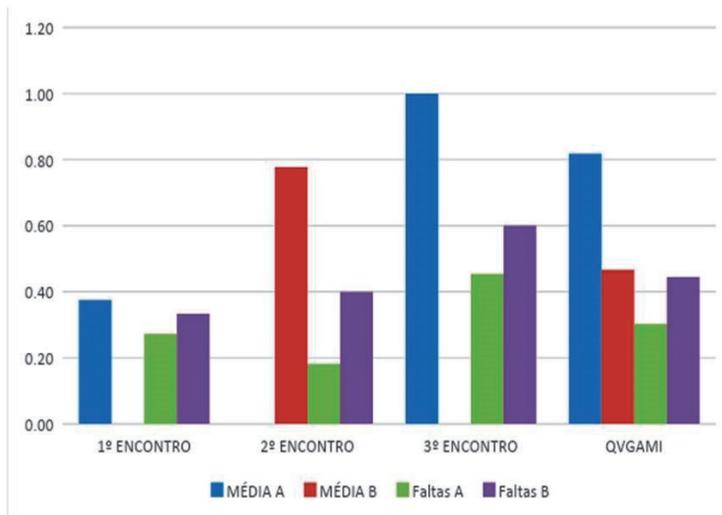
Alunos	08/mar	22/mar	15/mar	QVGAMI
ALUNO 1	1	0	1	2
ALUNO 2	1	0	1	2
ALUNO 3	F	0	1	1
ALUNO 4	F	0	F	0
ALUNO 5	0	0	1	1
ALUNO 6	0	0	F	0
ALUNO 7	0	0	F	0
ALUNO 8	0	0	F	0
ALUNO 9	0	F	F	0
ALUNO 10	1	F	1	2
ALUNO 11	F	0	1	1
MÉDIA	0,38	0,00	1,00	0,82
Faltas	3	2	5	

Alunos	08/mar	22/mar	15/mar	QA
ALUNO 1	3	3	4	10
ALUNO 2	3	3	3	9
ALUNO 3	F	4	3	7
ALUNO 4	F	4	F	4
ALUNO 5	1	3	5	9
ALUNO 6	1	2	F	3
ALUNO 7	3	3	F	6
ALUNO 8	3	F	F	3
ALUNO 9	1	F	F	1
ALUNO 10	4	2	3	9
ALUNO 11	F	2	3	5
MÉDIA	2,38	2,89	3,50	6,00

Fonte: os autores.

No Gráfico 1 a seguir, transpomos as informações de maneira pictórica com a finalidade de avaliar melhor e mais explicitamente as informações.

Gráfico 1 – Interação Promotora através do QVGAMI



Fonte: os autores.

Por meio do gráfico de Interação Promotora Através do QVGAMI, é possível ter uma melhor visão acerca das Metas Cooperativas entre as turmas e da variação nas médias no decorrer dos encontros. Tivemos oscilações muito evidentes e supomos que isso se deu pelo fato de o assunto de cada aula ser diferente. Mas podemos perceber que a turma que enfrentou a primeira aula sem a utilização da tabela se desestimulou, pois suas faltas foram crescentes (Turma B).

É possível, também, ver como a infrequência é um fator marcante entre as turmas. As faltas, pode-se dizer, apresentam-se como um fator que influenciou no resultado do QVGAMI das turmas, haja vista que a turma B, que teve mais infrequência, obteve um menor resultado em relação à turma A.

Problemas ocorridos

Em decorrência da falta de comunicação e de entendimento, as facilitadoras que ficaram com o primeiro horário do curso, das 13h às 14h:40min, liberavam ou até mesmo faziam outras atividades, diferentes da atividade organizada.

Outro fator foi a marcação do projetor de multimídia em alguns momentos. No primeiro dia de curso, 08/03/2018, quando se tentou reservar um Datashow, o organizador não aceitou o nosso pedido e exigiu que fosse chamado uma responsável para marcar. No segundo dia de curso, 15/03/2018, marcamos o projetor de multimídia, pertencente a outro professor que precisou utilizá-lo. Houve ainda outro problema, decorrente do calendário: algumas aulas previstas não ocorreram em decorrência de eventos concomitantes.

Estratégias de enfrentamento

A primeira, estratégia foi referente à marcação e organização do projetor de multimídia. Ficou acordado que pegariamos o projetor de multimídia nos dias referentes aos cursos e à conferência. Quando ocorreu um pequeno problema relativo à utilização do projetor de multimídia em uma das exposições, este foi substituído por um quadro branco.

As aulas prejudicadas pela liberação e por outras atividades que ocorreram no primeiro horário do curso, prejudicando o levantamento de dados, não puderam ser repostas, assim como aquelas cujo horário coincidiu com o de outros eventos. Contudo demos prosseguimento com a lista de questões, para revisão dos conteúdos do curso, e a avaliação final do curso.

Considerações finais

As metodologias aplicadas no curso ajudaram a identificar e enfrentar as principais dificuldades dos estudantes da Escola Estadual de Educação Profissional Alan Pinho Tabosa. Em particular, a formulação dos critérios de avaliação procurou otimizar o principal e mais usado meio de que os educadores se utilizam para esse enfrentamento: as questões.

Com o começo do curso, foi possível que estudantes facilitadores vivenciassem um pouco do cotidiano de um professor, tomando conhecimento das responsabilidades que ele assume ao ter que estudar, reservar recursos, como o projetor de multimídia, fazer *slides*, fazer a Avaliação Individual, escolher as questões da meta e fazer o planejamento semanal.

Dentre os problemas que enfrentamos, podemos citar dois: o calendário (por vezes, a concomitância de eventos afetou o planejamento das aulas) e o planejamento (houve dificuldade de reunir os facilitadores). Nesse contexto, os responsáveis por ministrar a aula no horário predefinido, às vezes, não seguiam o planejamento do curso, e eventualmente, a reserva de projetor de multimídia ou a falta de cabo HDMI dificultava muitas vezes a exposição.

Para o futuro, vemos este curso servindo não somente como projeto voltado para a Termologia, mas também para outras áreas de Ciências, nas quais outros alunos apresentem dificuldade.

A pesquisa que o curso e o projeto nos proporcionaram foi muito produtiva, pois pudemos obter uma visão mais dinâmica do que precisamos fazer para atingir o que queremos, ou seja, o aprendizado e o desenvolvimento do aluno. Além disso, também, contribuí para a formação acadêmica dos facilitadores do projeto. O trabalho e o esforço deram frutos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANJOS, T. A. *Exercícios sobre calor latente*. Disponível em: <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-calor-latente.htm>. Acesso em: 30 maio 2018.

BÔAS, N. V.; DOCA, R. H.; BISCOLA, G. J. *Física 2*. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2013.

CUNHA, U. A. *Aprendizagem cooperativa em Química: estratégias para promover interação discente em sala de aula*. 2014. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

FÓRUM PiR2. (UECE - 2010.1). *Quantidade calor*. Disponível em: <https://pir2.forumeiros.com/t3848-uece-2010-quantidade-calor>. (Adaptado). Acesso em: 30 maio 2018.

GEOCITIES. *Transmissão de calor*. Disponível em: <http://www.geocities.ws/saladefisica2/testes/transmissao.html>. Acesso em: 30 maio 2018.

INFOENEM. *Competências e habilidades: ciências da natureza*. Disponível em: <https://www.infoenem.com.br/competencias-para-ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologias>. Acesso em: 30 maio 2018.

MENDES, M. T. *Exercícios sobre escalas termométricas*. Disponível em: <https://exercicios.mundoeducacao.bol.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-escalas-termometricas.htm>. Acesso em: 30 maio 2018a.

MENDES, M. T. *Exercícios sobre transmissão de energia térmica*. Disponível em: <https://exercicios.mundoeducacao.bol.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-transmissao-energia-termica.htm>. Acesso em: 30 maio 2018b.

OLIVEIRA, K. *Caixa problema de Thorndike*. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch%3Fv=Qw8Kjy7OO-s>. Acesso em: 30 maio 2018.

QCONCURSOS. Questões de Concursos. Disponível em: https://www.qconursos.com/questoes-de-vestibular/questoes?order=id+asc&page=11&per_page=5&product_id=9&prova=54603&url_solr=master&user_id=0. Acesso em: 30 maio 2018.

SAMPAIO, J. L. *Universo da Física 2: hidrostática, termologia, óptica*. 2. ed. São Paulo: Atual, 2005. (Coleção Universo da Física).

SCHUNK, D. H. *Learning theories an educational perspective*. 6. ed. Pearson Boston/MA: Pearson Education, 2012.

SILVA JÚNIOR, J. S. *Exercícios sobre escalas termométricas*. 2018a. Disponível em: <https://exercicios.mundoeducacao.bol.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-conveccao.htm>. Acesso em: 30 maio 2018.

SILVA JÚNIOR, J. S. *Exercícios sobre propagação do calor*. 2018b. Disponível em: <https://exercicios.mundoeducacao.bol.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-propagacao-calor.htm>. Acesso em: 30 maio 2018.

SILVA JÚNIOR, J. S. *BixoSP-Ebook-Semana-02-2018*. 2018c. Disponível em: <http://material.descomplica.com.br/s3-sa-east-1.amazonaws.com/ebook%202018/BixoSP-Ebook-Semana-02-2018.pdf>. Acesso em: 30 maio 2018.

SILVA JÚNIOR, J. S. *Exercícios sobre capacidade térmica*. 2018d. Disponível em: <https://exercicios.mundoeducacao.bol.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-capacidade-termica.htm>. Acesso em: 30 maio 2018.

SILVA JÚNIOR, J. S. *Exercícios sobre calor específico*. 2018e. Disponível em: <https://exercicios.mundoeducacao.bol.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-calor-especifico.htm>. Acesso em: 30 maio 2018.

SILVA JÚNIOR, J. S. *Exercícios sobre calor sensível e calor latente*. 2018f. Disponível em: <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-fisica/exercicios-sobre-calor-sensivel-calor-latente.htm>. Acesso em: 30 maio 2018.

SKINNER, B. F. *Ciência e comportamento humano*. Tradução de João Carlos Todorov e Rodolfo Azzi. 11. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2003. 509 p.

SOUSA, F. M. *Aprendizagem cooperativa em aulas de química: análise da correlação entre desempenho acadêmico e cooperativo versus responsabilidade individual e interação promotora numa escola estadual de educação profissional em Pentecoste-Ce*. 2015. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

THORNDIKE, E. *The fundamentals of learning*. New York: Teachers College Press, 1932.

DA MÁQUINA DE ENSINAR AO LEGO MINDSTORMS®: discussões sobre os fundamentos teóricos das tecnologias educacionais

*Fernando Barros da Silva Filho*¹²

*Tulio Cicero Cruz*¹³

*José Rogério Santana*¹⁴

Introdução

O termo **Tecnologia**, etimologicamente originado a partir das palavras gregas “tekhne” e “logos”, significa o estudo da técnica, da arte ou ofício. Com o passar dos séculos, as representações conferidas ao termo sofreram algumas mudanças, e, entre os diversos significados atualmente atribuídos, temos que a “tecnologia” é uma relação existente entre as ciências e as engenharias, tornando-a um resultado da integração de instrumentos, métodos e técnicas com a finalidade de solucionar problemas e facilitar a produtividade.

¹² Mestrando em Educação – Universidade Federal do Ceará membro do LAPEDI/DFE/FACED–UFC Práticas Culturais Digitais/NHIME/PPGEB/FACED–UFC.

¹³ Mestrando em Educação – Universidade Federal do Ceará membro do LAPEDI/DFE/FACED–UFC Práticas Culturais Digitais/NHIME/PPGEB/FACED–UFC.

¹⁴ Professor Associado 091 da Universidade Federal do Ceará coordenador do LAPEDI/DFE/FACED–UFC Práticas Culturais Digitais/NHIME/PPGEB/FACED–Prof. do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática-UFC.

O desenvolvimento tecnológico, entre outros, é um dos fatores determinantes das formas pelas quais as demandas humanas são atendidas, configurando o fenômeno do “Imperativo Tecnológico”, conceito que, segundo entendimento de Crowston e Malone (1994), exerce efeitos determinantes em relação aos direcionamentos do desenvolvimento humano, principalmente nos contextos econômico, político e social.

Historicamente, as Eras foram nomeadas de acordo com as tecnologias então dominadas pela humanidade. Isto marca a importância do estudo sobre o domínio tecnológico, uma vez que a tecnologia nasce em função da busca pela aquisição de vantagem sobre algo ou da necessidade de equilibrar os interesses humanos, classicamente exemplificada pela instrumentação desenvolvida pelos homens primitivos para a caça, a defesa e a agricultura.

Ao passo que essa instrumentação possibilitou aos homens “maior segurança” e facilidade de aquisição de alimentos, mais tarde, ela trouxe várias outras implicações, como extinção de espécies, desmatamento e conflitos armados, desembocando em estruturas sociais organizadas por relações de dominantes e dominados.

Nos dias atuais, a “imersão tecnológica” vivenciada pela humanidade tem levado à reconfiguração funcional de diversos setores da sociedade, envolvendo desde os modos de produção, passando pelas formas de oferta e execução de serviços além de englobar os processos de comunicação, os sistemas de saúde, segurança e educação.

Como fruto dessa imersão, temos hoje uma sociedade na qual a produção e o domínio tecnológico são algumas das principais garantias de sustentabilidade e consolidação das nações diante da competitividade pelos recursos globais.

Refletindo a afirmação anterior sobre a dependência e necessidade do domínio e produção tecnológica, à luz do “Discurso sobre as Ciências e as Artes” proferido por Rousseau (1750), ainda que no auge do modernismo, presenciamos, hoje mais do que nunca, uma sociedade marcada pela busca do saber, da informação, espelhando isso nas relações sociais com o empoderamento por meio das ciências e das artes num esforço contínuo de causar o deslumbramento dos homens, e escravizando-os pela dependência.

Em suma, para Rousseau, o restabelecimento das ciências e das artes modernas não contribuíam para a formação de homens virtuosos, como os discursos da época pregavam. Para ele, as ciências e as artes inspiravam vaidades entre os homens e, com isso, seu direcionamento para o oposto da virtuosidade.

A tecnologia contemporânea no meio social, político e econômico também está marcada por esse equívoco citado por Rousseau já no século XVIII. Com a consolidação das representações do modo de viver influenciadas pela mentalidade capitalista, temos uma sociedade na qual a virtuosidade do indivíduo está nos bens acumulados e nas inovações tecnológicas em seu poder.

Diga-se de passagem que, em função da materialidade que se tem atribuído à informação e ao conhecimento, estes passam a ser também considerados parte dos bens acumulados pelos indivíduos, empresas, nações, etc.

Ciente dessas reflexões, ao aguçar nossos olhares de forma mais crítica, verifica-se uma difusão mundial do incentivo ao ensino de tecnologias como informática, programação e robótica, as quais têm liderado as produções de bens de consumo entre as tecnologias consideradas “de ponta”. Essa difusão se dá não mais no sentido de decalcar o discurso de possibilitar o acesso às tecnologias, e sim viabilizar a formação social e intelectual necessária para garantir a continuidade do processo evolutivo das tecnologias atuais e, conseqüentemente, a devida colocação dentro dos blocos econômicos mundiais.

Porém, na base dos sistemas de ensino, ou seja, no chão da escola, presenciamos um discurso fundamentado no estímulo formador, na força educativa que tenta mostrar que a tecnologia é fruto da criação humana que pode ter como alicerce as dimensões educativa, ética, filosófica e política da tecnologia.

Diante dessas considerações, coloca-se como principal objetivo deste trabalho a investigação dos fundamentos que justificam o uso da Robótica Educacional na educação básica pública por meio de concepções teóricas consolidadas por importantes pesquisadores da educação.

O tema se faz oportuno em função do espaço que essas atividades têm ganhado dentro dos sistemas de ensino nacional e mais fortemente

ainda no contexto internacional, o que tem levado inclusive ao estabelecimento de instituições de ensino específicas para trabalhar com a Robótica Educacional. Buscas pelos termos “escola de robótica educacional” em motores de busca da internet revelam uma média de onze resultados de instituições criadas para esse propósito entre os primeiros trinta resultados.

Outro fenômeno que também se presencia tem sido a reformulação de Projetos Políticos Pedagógicos (PPP) de instituições de educação básica sendo construídos e fundamentados atrelados a programas de incentivo à educação tecnológica por meio da Robótica Educacional. Inclusive empresas e instituições têm surgido e se estruturado para o fornecimento de material didático e assessoria às escolas que desenvolvam esse tipo de atividade.

Essas colocações vinculadas às eventuais publicações acadêmicas, que, em sua maioria, restringem-se à apresentação de estudos de casos ou desenvolvimento de materiais didáticos para a Robótica Educacional, levam à ânsia de colocar em pauta um estudo sistemático capaz de gerar a reflexão sobre o desenvolvimento, a consolidação e as perspectivas dessa ferramenta pedagógica.

Este estudo não pretende tornar-se uma espécie de guia sobre Robótica Educacional, mas sim um facilitador para a imersão de pesquisadores nesse tema que, cada vez mais, faz-se presente na sociedade/redes de ensino e conseqüentemente tem levantado questionamentos sobre o papel da academia diante dessas movimentações na educação.

A prática docente no envolvimento tecnológico

Restringindo-nos ao contexto tecnológico envolto à educação brasileira, observa-se que vem ocorrendo, nos últimos anos nas redes de ensino, sejam elas públicas ou particulares, a crescente demanda por metodologias que desenvolvam a capacidade de produção de conhecimentos e raciocínio dos estudantes, estes fundamentados sobre suas próprias concepções, experiências e saberes, diante de uma circunstância atual na qual o estudante é um dos principais responsáveis pela produção do seu saber.

As fontes de informações mudaram bastante na última década, em que a maior referência e acúmulo dos conhecimentos desenvolvidos pela humanidade não se encontram mais restritas às instituições oficiais de ensino dentro das horas/aulas logisticamente estabelecidas, e sim disponíveis vinte e quatro horas na Internet acessada principalmente por meio de dispositivos móveis como *smartphones*, *tablets* e *notebooks*.

Ambientes virtuais de aprendizagem e redes sociais são largamente explorados por estudantes de todas as idades e níveis de ensino, às vezes, por muito mais horas do que em sala de aula e com um nível de envolvimento e discussão muitas vezes nunca alcançados dentro das instituições oficiais de ensino. Alguns *sites* hospedam tutoriais e atividades que incitam à experimentação dos estudantes e, conseqüentemente, seus *feedbacks* por meio dos fóruns de discussão na forma de postagens ou comentários, além de videoconferências em tempo real por meio de transmissões síncronas até nos mais simples *smartphones*.

Não há de se negar porém que, por trás desses mecanismos de difusão de informações e geradores de experiências disponíveis na internet, existe, na realidade, um complexo mecanismo de geração de receita, por meio da veiculação de produtos, serviços e empreendimentos até os usuários da rede, baseado em dados coletados pelos mecanismos de navegação, entretanto isto não descaracteriza o potencial formativo que tem sido vastamente explorado, principalmente pelos jovens estudantes.

Diante desse cenário, levanta-se a discussão acerca das premissas trabalhadas por estudiosos como Burrhus Frederic Skinner, Jean Piaget e Seymour Papert, os quais, mesmo numa época em que computadores e dispositivos robóticos não faziam parte do cotidiano escolar, ainda assim possibilitaram a germinação de conceitos educacionais que estão ganhando cada vez mais espaço no cenário contemporâneo entre as inúmeras propostas e teorias educacionais.

As colocações redigidas na apresentação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do Ensino Médio, publicados no ano 2000, exemplificam bem o perfil tecnológico da educação contemporânea. Segundo Brasil (2000), o referido ensino caracteriza-se como um sistema em mudança, refletindo a consolidação do Estado democrático brasileiro, além da inserção das novas tecnologias na sociedade

brasileira, bem como as mudanças evidenciadas nos meios de produção dos bens e serviços, os quais exigiram que a escola, corresponsável junto à família pelo preparo do estudante para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho, se posicionasse de maneira a permitir aos alunos se integrarem ao mundo contemporâneo nas dimensões fundamentais da cidadania e do trabalho.

Tínhamos um ensino descontextualizado, compartimentalizado e baseado no acúmulo de informações. Ao contrário disso, buscamos dar significado ao conhecimento escolar, mediante a contextualização; evitar a compartimentalização, mediante a interdisciplinaridade; e incentivar o raciocínio e a capacidade de aprender (BRASIL, 2000, p. 4).

O posicionamento exigido da escola, inclusive pelas políticas públicas, pôs em xeque a atual prática docente. Apesar de muito se discutir, nos cursos de pedagogia e licenciaturas, inclusive sobre metodologias diversificadas, com a participação dos estudantes, a prática profissional do magistério no Brasil tem sido marcada pelo enfoque metodológico tradicional¹⁵ unilateral, que insiste em posicionar o professor como o único detentor dos saberes, desse modo, posicionando-se ainda como o principal transmissor do conhecimento aos estudantes.

A denominação “concepção pedagógica tradicional” ou “pedagogia tradicional” foi introduzida no final do século XIX com o advento do movimento renovador que, para marcar a novidade das propostas que começaram a ser veiculadas, classificaram como “tradicional” a concepção até então dominante. Assim, a expressão “concepção tradicional” subsume correntes pedagógicas que se formularam desde a Antiguidade, tendo em comum

¹⁵Metodologia tradicional: comum este termo ser alvo de críticas, sendo normalmente figurado como um professor diante de alunos, sendo aquele o único detentor do conhecimento e, por conta disso, o responsável em fazer os alunos receberem esses conhecimentos, utilizando técnicas de memorização dentre outras. Na realidade, o termo tem um significado mais profundo. Ele representa um conjunto de ações pedagógicas que temporalmente eram consideradas padrões necessários para atendimento da demanda social vigente. Observar que o referido termo está ligado a outro termo muito importante que é a “pedagogia tradicional”.

uma visão filosófica essencialista de homem e uma visão pedagógica centrada no educador (professor), no adulto, no intelecto, nos conteúdos cognitivos transmitidos pelo professor aos alunos, na disciplina, na memorização. Distinguem-se, no interior dessa concepção, duas vertentes: a religiosa e a leiga (SAVIANE, 2006).

Dentro das metodologias tradicionais, cabe ressaltar que, apesar de rotineiramente criticadas por acadêmicos e profissionais da educação, elas merecem seu devido destaque porque consideram a execução de ações necessárias ao atendimento de uma demanda social temporalmente específica. Não se trata de a metodologia utilizada ser boa ou não, e sim se atende as necessidades vigentes na época em questão, ou seja, no caso, se os profissionais da educação a serviço da população brasileira estão utilizando a metodologia apropriada para atender a demanda social vigente, marcada pelo dinamismo e apropriação universal das informações.

É claro que, na dimensão continental brasileira, muitas práticas metodológicas diversificadas têm sido trabalhadas nas redes de ensino, inclusive conseguindo um equilíbrio com algumas ações características das metodologias tradicionais, apresentando resultados promissores, reconhecidos por diversos incentivadores educacionais, entretanto, essas práticas não chegam a alcançar a realidade da maioria das salas de aula, mantendo ainda para a maioria dos brasileiros o ensino unilateral.¹⁶

Diversas são as implicações a serem transpostas como profissional do ensino para vencer a barreira das concepções pedagógicas tradicionais. Estando o educador inicialmente disposto, além de acadêmica e profissionalmente preparado, ainda assim, na sua rotina de trabalho, findará por encontrar: uma gestão obrigando-o a contemplar todo o conteúdo curricular (MIZUKAMI, 1986, p. 14), estabelecido, muitas vezes, de forma desconexa à realidade dos alunos; salas de aulas dispostas de forma a evidenciar sua presença como foco do processo de ensino; sistemas de avaliações quantitativas e/ou quantitativos “disfarçados” de

¹⁶ Ensino unilateral: refiro-me aqui ao ensino em que o professor é o único detentor dos saberes e, por conta disto, o principal responsável pela “inserção” dos conhecimentos de forma vertical nos alunos.

qualitativos; alunos “treinados” a se comportarem como depósitos do educador (FREIRE, 1985, p. 38).

Diante desse cenário, temos por evidenciar um sistema que dificulta a exploração do potencial dos profissionais do ensino, potencial este trabalhado dentro das instituições de Ensino Superior, mas que não conseguem se consolidar no chão da escola nem fazer jus ao investimento, principalmente pessoal dos que se doam à educação.

O que se pretende evidenciar, neste momento, a fim de fundamentar as discussões vindouras deste trabalho é que professores e estudantes estão envolvidos no mesmo contexto social e, muitas vezes, mantêm uma comunicação maior e mais produtiva, em termos educacionais, via redes sociais do que em sala de aula. Situam-se como iguais entre os milhares espalhados pela rede, com acesso aos mesmos saberes acumulados na história da humanidade à distância entre seus olhos e a tela, seja do *smartphone* ou do computador. Em semelhantes ambientes, o professor assume um papel de suma importância para a educação contemporânea, que é justamente o de orientar o estudante no desenvolvimento de sua aprendizagem significativa, levando-o a colocar seus saberes em movimento na busca de explorar, redescobrir e redesenhar os conhecimentos humanos.

Não se pode deixar de destacar que esse modelo metodológico de ensino que se baseia no desenvolvimento de projetos para promover a exploração do conhecimento, assim como outros segmentos da sociedade, ganhou forte ênfase com a difusão das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC).¹⁷

As modificações ocasionadas nos processos de desenvolvimento, e suas consequências na democracia e cidadania, convergem para uma sociedade caracterizada pela importância crescente dos recursos tecnológicos e pelo avanço das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) (PEREIRA, 2010, p. 151).

¹⁷TIC's é um segmento oriundo da (tecnologia da informação) TI. Essas duas tecnologias, geralmente, são utilizadas como sinônimos. Entretanto as diferencia o fato de as TICs promoverem, além da produção da informação, sua difusão, o que a coloca em posição favorecedora frente às metodologias de ensino convencionais.

Da máquina de ensinar ao Lego Mindstorms®

Burrhus Frederic Skinner, psicólogo norte-americano mundialmente famoso pelos trabalhos consolidados principalmente sobre o condicionamento operante, foi e ainda é alvo de críticas acerca do desenvolvimento de sua “máquina de ensinar”.

Na década de 1950, ao observar principalmente as dificuldades apresentadas pela logística dos sistemas de ensino no que diz respeito à atenção demandada pelo professor a um número expressivo de estudantes, Skinner dedicou-se ao desenvolvimento de um mecanismo que possibilitasse ao estudante explorar seus potenciais por meio da participação ativa do mesmo no processo de aprendizagem. Isto se dava em função da constante troca existente entre o programa embutido na máquina e o estudante, de tal forma que a este era apresentado um constante *feedback* por meio da exposição imediata dos seus acertos e erros, o que, dentro do modelo logístico até então vigente, não era possível pela múltipla necessidade de atenção a ser prestada pelo professor.

A principal meta do equipamento desenvolvido por Skinner era justamente compensar o tempo de reforço, possibilitando assim uma modelagem das respostas do organismo por meio de sucessivas aproximações.

Essa modelagem é característica do condicionamento operante que, de acordo com Davidoff (2001, p. 109),

[...] ocorre sempre que os efeitos que se seguem a um operante aumentam ou diminuem a probabilidade de o operante voltar a ser desempenhado em uma situação similar. Em outras palavras, a frequência relativa ou intensidade de uma ação é modificada durante o condicionamento operante.

Apesar da crítica marcada pela suposta substituição do educador, a máquina desenvolvida por Skinner tinha o objetivo, na realidade, de possibilitar uma participação mais ativa por parte do professor em relação à proposta de orientação de seus estudantes, uma vez que o profissional estaria agora instrumentalizado, melhorando suas condições de trabalho e, por conta disto, melhor informado sobre as demandas apresentadas por cada estudante.

Independente das interpretações e críticas, sejam elas técnico-intelectuais ou pessoais, a máquina de Skinner, nos dias atuais, encontra-se fortemente consolidada nos mecanismos computacionais, nos jogos eletrônicos e, principalmente, nos Objetos de Aprendizagem¹⁸ vastamente difundidos dentro dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), tendo apresentado valores significativos nas formas de aquisição de desenvolvimento dos conhecimentos das novas gerações.

Uma década posterior a Skinner, o matemático Seymour Papert, fundador do MediaLab do Massachusetts Institute of Technology (MIT), já via o potencial dos computadores como ferramentas de apoio ao desenvolvimento educacional, mesmo numa época em que o custo de aquisição de computadores era algo inacessível para usuários comuns. Apesar de toda uma crítica da época, Papert trabalhou no desenvolvimento de uma linguagem de programação, hoje conhecida como linguagem Logo. Integrado a essa linguagem, construiu um robô tartaruga que, por meio da programação desenvolvida pela criança, realizava o desenho de figuras geométricas, o que se configurava como o produto gerado por meio da ação concreta dos estudantes, caracterizando assim o Construcionismo (PAPERT, 1986).

Apesar de rotineiramente confundidos, o Construcionismo está fundamentado no Construtivismo, teoria da aprendizagem desenvolvida por Jean Piaget que atribui ao próprio educando o potencial de construção do próprio conhecimento, o que se dá por meio de descobertas e interações com o meio.

É uma teoria sobre a produção do conhecimento. Entende que o homem aprende motivado por uma necessidade real, por meio de interações com os objetos do conhecimento. Se contrapõe radicalmente ao ensino pela repetição exaustiva. O aluno, que não nasce inteligente, segundo essa teoria, deve ser o protagonista do

¹⁸Objetos de aprendizagem: de acordo com Balbino (2007, p. 1), são definidos como uma entidade, digital ou não digital, que pode ser usada e reutilizada ou referenciada durante um processo de suporte tecnológico ao ensino e aprendizagem. Exemplos de objetos de aprendizagem incluem conteúdos de aplicação multimídia, conteúdos instrucionais, objetivos de aprendizagem, ferramentas de *software* e *software* instrucional, pessoas, organizações ou eventos referenciados durante o processo de suporte da tecnologia ao ensino e aprendizagem.

próprio processo cognitivo. Em outras palavras, diante dos estímulos externos, deve agir sobre eles para construir e organizar o seu próprio conhecimento, de forma cada vez mais elaborada (MENEZES; SANTOS, 2001).

Construtivismo e Construcionismo, apesar de apresentarem distinções em suas definições, fundamentam ambos a utilização da robótica como ferramenta de apoio às práticas pedagógicas.

No Construtivismo, o ser humano, ante uma necessidade real, estabelecida pelas interações com o meio, encontra-se propenso à capacidade de aprender, o que, no contexto educacional, configura-se como a interação com os objetos do conhecimento por parte do aluno. Este, por sua vez, atua sobre os estímulos externos, reorganizando e sintetizando antigos e novos conhecimentos de tal forma a gerar o próprio saber de forma mais refinada. Dentro desse contexto, o Construcionismo seria a interação do educando com a criação do objeto real no mesmo meio definido pelo construtivismo.

Para atender essas duas premissas – a primeira envolver o educando no meio onde a aprendizagem pode ser por ele mesmo construída, e a segunda utilizar a atuação do estudante sobre este meio numa ação concreta –, encontram-se atualmente disponíveis e comercializados como material didático vários kits de robótica educacional.

Esses kits comerciais são desenvolvidos de modo a propiciar aos educandos os objetos de exploração que se configuram como os estímulos externos, os quais devem ser explorados pelos professores para contemplar os componentes curriculares a serem trabalhados. Consiste, no geral, em utilizar esses materiais para contextualizar ou evidenciar fenômenos que, despertados ou resgatados nos estudantes, levam o professor a trabalhar com o aluno a construção do conhecimento, sem necessariamente apresentá-lo de forma acabada e fechada como normalmente se presencia nas metodologias de ensino praticadas nas instituições escolares.

A robótica educacional tem especialmente se beneficiado da difusão das TIC's porque muitos projetos passaram a ser compartilhados pela *web* e têm direcionado professores e estudantes no desenvolvimento de trabalhos de relevante valor pedagógico. A ênfase a essa tecnologia de ensino tem sido fortemente considerada por grandes corporações como

Google, Microsoft, Lego, entre outras, as quais, por meio dos trabalhos inicialmente desenvolvidos no Massachusetts Institute of Technology (MIT), como a Linguagem Logo e o Scratch, atrelados ao potencial de interfaces programáveis como o Arduino, Raspberry, possibilitaram o acesso à robótica educacional numa linguagem de desenvolvimento simplificada e caracterizada principalmente pelo potencial educacional.

Essa movimentação por parte dos investidores tecnológicos se dá em função da justificada necessidade de preparar novos desenvolvedores para dar conta do crescente mercado tecnológico, como destacado na abertura do site oficial da Google For Education (2018):

Mais de 65% dos alunos terão empregos que nem existem hoje.¹⁹ Queremos ajudar a prepará-los para esse futuro fazendo com que se interessem pelas possibilidades que a ciência da computação pode proporcionar para eles. Por isso estamos criando programas e apoiando parceiros que alcançam milhões de alunos todos os anos, com foco em garotas e outros jovens com pouca representatividade nessa área atualmente.

Considerações finais

De forma inevitável, o Imperativo Tecnológico, conforme conceituação de Crowston e Malone (1994), tem marcado as características da sociedade atual de tal forma que os sistemas tecnológicos encontram-se muito internalizados no cotidiano humano a ponto de, muitas vezes, nem percebermos sua presença, como nos telefones celulares, os quais possuem diversos sensores e sistemas de captação, armazenamento e exposição de informações, ou até mesmo ao ativar o alarme e a tranca automática de um veículo.

A simples falta de um aparelho celular, nos dias atuais, pode gerar uma série de consequências diretamente relacionadas ao desempenho, produtividade e bem-estar do indivíduo, como a impossibilidade de acesso bancário, de aquisição de produtos e serviços, de mobilidade, de comunicação, etc.

¹⁹Fórum Econômico Mundial, “The Future of Jobs”, 2016.

Essas sistematizações no ambiente escolar, onde as premissas da informática na educação e a informática educativa²⁰ já estão fortemente instauradas, evidenciam um momento em que a prática docente necessita passar por reformulações, e isto tem sido observado em diversas ações relacionadas às metodologias de projetos.

Atividades de robótica educacional, por exemplo, quando elaboradas por meio de sequências didáticas fundamentadas em metodologias que buscam contextualizar os componentes curriculares estabelecidos pelos programas de ensino possibilitam maior envolvimento dos estudantes, uma vez que estes trarão de sua própria cultura e saberes os conhecimentos necessários para a assimilação de novos conteúdos estrategicamente trabalhados pelo educador.

Essa e outras segmentações das tecnologias educacionais dão corpo a teorias educacionais desenvolvidas por estudiosos há mais de meio século, provando que muito do que se espera dos encaminhamentos dos processos, metodologias e sistemas de ensino para as próximas décadas, provavelmente, já está em discussão nos dias atuais e, por conta disso, devem ser levadas ao amadurecimento acadêmico e político promovendo condições de realização das necessidades das sociedades futuras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)*. Brasília: MEC, 2000.

CROWSTON, K.; MALONE, T. W. Information technology and work organization. In: ALLEN, T. J.; MORTON, M. S. S. *Information technology and the corporation of the 1990*. Oxford: Oxford University Press, 1994.

²⁰ Informática na educação e informática educativa são termos que rotineiramente são confundidos entre si. A informática na educação é relativa à presença de equipamentos da tecnologia da informática para dar apoio às ações desenvolvidas dentro dos ambientes escolares, sejam estas ações voltadas ao suporte técnico pedagógico, como projetores multimídia, internet o próprio computador, além de suporte à estrutura administrativa, gerencial, reprográfica, segurança etc. Já a informática educativa está relacionada às ações pedagógicas realizadas com a tecnologia da informática.

DAVIDOFF, L. L. *Introdução a Psicologia*. São Paulo: Pearson Makron Books, 2001.

FREIRE, P. *Educação e mudança*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

GOOGLE FOR EDUCATION. Disponível em: edu.google.com/intl/pt-BR_ALL/computer-science/?modal_active=none. Acesso em: 14 jun. 2018.

MENEZES, E. T.; SANTOS, T. H. *Verbetes construtivismo*. Dicionário Interativo da Educação Brasileira – Educabrazil. São Paulo: Midiamix, 2001. Disponível em: www.educabrazil.com.br/construtivismo/. Acesso em: 11 jun. 2018.

MIZUKAMI, M. G. N. *Ensino: as abordagens do processo*. São Paulo: EPU, 1986.

PAPERT, S. *Logo: computadores e educação*. São Paulo: Brasiliense, 1986.

PEREIRA, D. A.; SILVA G. S. As Tecnologias de Informação e Comunicação como aliadas para o desenvolvimento. *Caderno de Ciências Sociais Aplicadas*, v. 7, n. 8, jul./dez. 2010.

SAVIANE, D. *Verbetes concepção pedagógica tradicional*. In: Navegando na história da educação brasileira. Campinas: HISTEDBR, 2006. Disponível em: http://www.histedbr.fe.unicamp.br/navegando/glossario/verb_c_concepcao_pedagogica_tradicional.htm/ Acesso em: 14 jun. 2018.

SKINNER, B. F. *Tecnologia do ensino*. Tradução de Rodolpho Azzi. São Paulo: USP, 1972.

WORD ECONOMIC FORUM. *The Future of Jobs: employment, skills and workforce strategy for the fourth industrial revolution*. Geneva, jan. 2016. Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf; Acesso em: 15 jun. 2018.

JOGOS DIDÁTICOS NA COMPLEMENTAÇÃO DA APRENDIZAGEM EM QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO: uma experiência exitosa

*Adeirton Freire Moreira²¹
Maria Mozarina Beserra Almeida²²
Antonio Carlos Magalhães²³*

A importância dos jogos didáticos na aprendizagem de Química

A escola contemporânea possui uma variedade de atribuições e, devido ao seu papel de instituição social, tem uma função relevante na mediação entre indivíduo e sociedade (BOCK; FURTADO; TEIXEIRA, 2008).

O ensino enfrenta frequentemente diversas problemáticas, sejam elas externas e/ou internas, que, por vezes, comprometem a aprendizagem almejada. Rocha e Vasconcelos (2016) listam essas dificuldades de aprendizagem como fatores psicodinâmicos, sociais, emotivos,

²¹ Licenciado em Química pela Universidade Estadual do Ceará, Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Ceará. Professor Efetivo pertencente à Secretaria de Educação do Estado do Ceará. E-mail: adeirton.freire@gmail.com

²² Bacharel em Engenharia Química pela Universidade Federal do Ceará, Mestra e Doutora em Química pela Universidade Federal do Ceará. Professora Associada da Universidade Federal do Ceará. E-mail: mozarinaalmeida@gmail.com

²³ Bacharel em Química Industrial pela Universidade Federal do Ceará, Mestre e Doutor em Química pela Universidade de São Paulo. Professor Titular da Universidade Federal do Ceará. E-mail: a_carlosm@hotmail.com

intelectuais e escolares. No que diz respeito aos fatores escolares, destacam-se as metodologias arcaicas que não contribuem na aprendizagem dos estudos de Química.

Assim, surge a necessidade de aulas que almejem a contextualização e a interdisciplinaridade com metodologias motivadoras da aprendizagem do aluno. Neste caso, entra um fator a ser superado, que é uma perceptível aversão pela disciplina de Química por parte de muitos alunos, seja pelas suas abstrações e complexidades ou pelas formas e linguagens não condizentes com a sua vivência. Pensando em uma solução para o exposto, Saturnino, Luduvico e Santos (2013) apontam que as atividades lúdicas são práticas que visam ao desenvolvimento pessoal do aluno e são instrumentos que motivam, atraem e estimulam o estudante, e, quando possuem regras, essas atividades lúdicas podem ser consideradas jogos. São atividades pedagógicas que podem ser utilizadas como método alternativo para se trabalhar conteúdos de Química de uma maneira fácil e dinâmica, evitando aulas exaustivas e monótonas.

Os jogos devem ser planejados de forma coerente e devem trazer realmente dinamismo à aula. Os pesquisadores Crespo e Giacomini (2011) apontaram que 67% das atividades lúdicas pesquisadas por eles eram jogo de cartas, tabuleiro, perguntas e respostas. Ressalta-se que o uso dos mesmos jogos, sem uma reformulação ou atualização cabível, poderá levar o jogo a perder a essência do dinamismo.

De acordo com Cunha (2012), um jogo pode localizar-se no planejamento didático do professor para apresentar um conteúdo programado; ilustrar aspectos relevantes de conteúdo; avaliar conteúdos já desenvolvidos; revisar e/ou sintetizar pontos ou conceitos importantes do conteúdo; destacar e organizar temas e assuntos relevantes do conteúdo químico; integrar assuntos e temas de forma interdisciplinar; contextualizar conhecimentos. Enquanto Soares (2004) relata que o uso do lúdico para ensinar diversos conceitos em sala de aula pode ser uma maneira de despertar esse interesse intrínseco ao ser humano e, por consequência, motivá-lo para que busque soluções. Nesse sentido, o jogo não gerará interesse, pois já existe intrinsecamente; no entanto, pode e deve ser despertado. A realização da atividade lúdica com todas as suas possibilidades de interação leva o aluno a uma constante busca e criação de alternativas para situação-problema.

Soares (2016) destaca a importância de se aplicar, divulgar e discutir o uso de jogos didáticos na aprendizagem de Química. Para ele:

Os pesquisadores que queiram trabalhar com os jogos, além de dominar os conceitos que caracterizam os jogos, devem se ocupar com um referencial teórico-metodológico que explicitem como o conceito químico pretendido foi ensinado e aprendido por meio do jogo (SOARES, 2016, p. 12).

Nesse caso, o referido autor estimula o uso de várias perspectivas, entre elas, as *perspectivas vigotskianas*, pois os jogos trazem consigo um papel relevante, que são os aspectos interativos. São visíveis as interações entre aluno-aluno, no trato da convivência, aluno-professor, para proximidade e melhora da comunicação, e, por último, aluno-conteúdo, em que os mais tímidos se engajam na ludicidade e se apropriam do conteúdo de forma mais flexível.

O sócio-interacionismo visualizado na teoria de Vygotsky está intrinsecamente ligado ao papel social da escola, como também aos aspectos interativos dos jogos. Oliveira (2010) descreve que “o instrumento é um elemento interposto entre trabalhador e o objeto de seu trabalho, ampliando as possibilidades de transformação da natureza”. Vygotsky (1991) cita que o instrumento auxilia na capacidade do indivíduo de usar vias alternativas quando da consecução de um objetivo, sendo de suma importância, pois desenvolve na criança “os movimentos sistemáticos, a percepção, o cérebro e as mãos, na verdade, o seu organismo inteiro”.

Assim, reconhecendo a importância dos jogos educativos e buscando maior dinamismo nas aulas de Química, este capítulo descreve uma pesquisa sobre jogos que teve como objetivo a elaboração, aplicação e avaliação do uso de três jogos didáticos (*Perfil da Tabela Periódica*, *Cards das Funções Orgânicas* e *Copa de Química*) no auxílio do aprendizado de Química do Ensino Médio.

A ideia em prática: métodos usados na pesquisa

Esta pesquisa foi idealizada partindo da criação e confecção de jogos didáticos a fim de atender as necessidades na complementação e diversificação dos conteúdos de Química no público alvo selecionado. O campo de aplicação da pesquisa foi uma escola pública estadual situada no município de Tabuleiro do Norte-CE, sendo o público-alvo 40 alunos de uma turma de 1ª série e 36 alunos de uma turma de 3ª série do

Ensino Médio da rede pública. Essas turmas foram selecionadas devido às dificuldades enfrentadas pelos alunos na disciplina. Adotou-se uma abordagem dedutiva-indutiva com procedimentos de aplicação de questionários e observação, sendo uma pesquisa-ação com aporte de referências bibliográficas e de campo no seu delineamento. Foram elaborados quatro instrumentais de pesquisa para auxiliar na coleta de dados: dois questionários para conhecimento detalhado do corpo discente, uma lista de exercícios que servirá na análise quantitativa e um instrumental de avaliação do jogo que servirá para a parte qualitativa.

O primeiro passo foi identificar na turma as principais dificuldades relativas ao estudo da Química. Para isso, foram aplicados dois questionários: um socioeconômico, para identificar o tipo de perfil das turmas, e o outro sobre a percepção dos alunos em relação ao ensino de Química.

O segundo passo consistiu na explanação dos conteúdos, nos moldes anteriores da pesquisa, e, posteriormente, a aplicação dos jogos didáticos confeccionados. Foram aplicados três jogos, um no primeiro ano, e dois jogos no terceiro ano. As aulas seguiram uma cronologia de etapas que duraram as quatro semanas estipuladas para se trabalhar um conteúdo, na seguinte sequência:

- aula expositiva sobre o conteúdo;
- aplicação da lista de atividades para fixação e averiguação relativa ao aprendizado do conteúdo exposto;
- aplicação dos jogos elaborados, a partir dos objetivos pedagógicos a serem alcançados para os conteúdos a serem estudados. Nessa etapa, foi realizado o registro de todas as observações e expressões dos alunos ao utilizar essa nova ferramenta didática;
- retorno à lista de atividades, no intuito de que os alunos tentassem resolver as questões que deixaram em branco ou procurassem amenizar suas dúvidas após a aplicação do jogo didático pesquisado.

O terceiro passo consistiu na aplicação aos discentes de outro questionário sobre a aceitação, ou não, dos jogos aplicados. Após esse processo, o professor novamente fazia suas intervenções, esclarecendo alguma dúvida ainda restante, e, no fim do ciclo, no quarto passo, foi realizada a avaliação escrita da escola.

Conhecendo os jogos criados e confeccionados

Nas aulas na primeira série do Ensino Médio, foi trabalhado o conteúdo sobre Tabela Periódica, e o jogo aplicado foi o *Perfil da Tabela Periódica*. Esse jogo consiste em expor dicas sobre determinado elemento químico para que os alunos tentassem, em posse de uma tabela periódica, acertar o elemento químico. O jogo possuía cinco cartelas, e o restante do material era o próprio quadro para anotar o número das pistas pedidas. O jogo funcionava da seguinte forma: os alunos foram separados em cinco equipes; a primeira equipe pedia uma dica (um número de 1 a 10); o professor fazia a leitura da pista referente ao número escolhido; após a leitura da pista, os alunos do grupo poderiam dialogar e dar um palpite; caso errassem, seria a vez da segunda equipe, que pediria uma segunda dica, referente ao mesmo elemento químico; e, assim por diante, até que uma equipe acertasse o elemento químico; cada equipe começava uma vez, sendo, por isso, cinco cartelas e cinco equipes. Uma das cartelas usadas no jogo está representada na figura a seguir (Figura 1).

Figura 1 – Cartela do jogo *Perfil da Tabela Periódica* com as pistas e o nome do elemento químico



Fonte: elaborada pelo autor.

Para as aulas na terceira série do Ensino Médio, foi exposto o conteúdo de funções orgânicas (oxigenadas e nitrogenadas). O objetivo primordial das aulas era o reconhecimento das funções pela análise do nome ou da estrutura. Foi elaborado então um jogo que consiste no descarte de cartas, sendo o vencedor aquele que conseguir descartar todas. As cartas continham o desenho de estruturas, em outras, os nomes

de compostos orgânicos, e outras são cartas, chamadas de efeito para dinamizar o jogo. O jogo batizado de *Cards das Funções Orgânicas* funcionava na seguinte ordem: são formados grupos com oito alunos, formando duplas, que se auxiliaram na pesquisa e na jogabilidade; no caso, ocorreram quatro duplas; um jogador (de uma das duplas) distribuiu sete cartas para cada dupla e virou a primeira carta do monte de descartes; a dupla posterior, perante suas cartas, lançou uma carta que tinha o mesmo número de carbonos ou a mesma função orgânica da carta virada; depois foi a vez do próximo; a cada descarte de carta, a equipe teve que justificar tal ação; quando uma equipe não tinha uma carta possível para descarte, ela pedia uma carta do monte e era a vez da próxima dupla. Existia também a possibilidade de jogar cartas de efeito do coringa e de radicais para dinamizar a partida.

Quando terminava uma partida, invertiam-se os papéis (pesquisador auxiliar e jogador ativo) na dupla. O baralho possuía 80 cartas no total e é a única ferramenta necessária para aplicação, na Figura 2, apresenta-se a ilustração de três cartas usadas nesse jogo didático.

Figura 2 – Algumas das cartas usadas do jogo *Cards das Funções Orgânicas*



Fonte: elaborada pelo autor.

Em ambos os jogos, o professor ficava atento ao desenvolvimento das atividades para análises futuras e intervenções pertinentes, pois foram elas que auxiliaram na coleta de dados.

No mesmo período, na terceira série, ocorria a revisão dos conteúdos de Química estudados nas séries anteriores por meio da resolução de questões em aulas específicas. Esse processo foi dinamizado por um

jogo que simulava uma partida de futebol, em que os times (doze no total) foram formados por três jogadores. Em cada carta de time, estão as seguintes informações: o poder de ataque, que indicava o total de gols marcados nessa ação; o poder de defesa, que indicava o total de gols que retirava do oponente com essa ação; as bolinhas de resistência, que indicavam a resistência das ações (no caso, uma ação de ataque 2 gastava 2 bolinhas de resistência). Dessa forma, os alunos usavam estratégias para controlar a resistência até o final da partida; e, por último, a habilidade e efeito, todos esses fatores auxiliavam no dinamismo do jogo. Cada time recebia seis cartas de ação e escolhia as cinco cartas que desejava usar na partida. Para cada ação, os alunos, deviam responder corretamente uma pergunta à sua escolha da 1ª, 2ª ou 3ª série, e assim, na partida, cada equipe teria que fazer cinco ações, ataque, marcando “gols”, ou defesa, retirando “gols”, e, para efetivar a ação, devia responder questões dos conteúdos envolvidos nos três anos do estudo da química.

O jogo desenrolava-se na seguinte ordem: eram distribuídas seis cartas de ação, entregava-se ao juiz da partida a ação que se queria promover (ataque ou defesa), e se respondia uma pergunta para executar a ação pretendida. As seis ações do jogo (ataque, contra-ataque, defesa, roubada de bola, pênalti ou jogo aéreo) são divididas em poder de ataque e defesa. O jogo *Copa de Química*, por sua vez, é constituído por três tipos de cartas: a do time-personagem; as de ação e as de perguntas, como mostra a Figura 3, e terminava a partida quando cada equipe promovia as cinco ações.

Figura 3 – Os três tipos de cartas usadas no jogo *Copa de Química*



Fonte: elaborada pelo autor.

Após as equipes responderem as cinco perguntas e realizarem suas respectivas ações, o jogo encerrava-se, tendo-se então o resultado da partida. Os próprios alunos ajudaram na execução das partidas, fazendo os papéis de árbitros e auxiliares. O intuito do jogo era despertar nos discentes, por meio de um jogo em forma de projeto, o ato de revisar os conteúdos já estudados na disciplina.

Analisando os impactos do uso dos jogos estudados

No intuito de compreender o papel pedagógico dos jogos didáticos pesquisados, foi importante conhecer o público-alvo em estudo, o qual foi revelado pela análise do questionário sobre o perfil socioeconômico. Esses dados indicaram que os sujeitos da pesquisa eram alunos com perfil socioeconômico caracterizado com baixo rendimento econômico familiar. Esse fator pode corroborar com as dificuldades de aprendizagem enfrentadas por esses alunos.

Com relação à análise do questionário sobre a percepção dos alunos em relação ao Ensino de Química, 67% dos alunos afirmaram sentir muitas dificuldades de aprendizagem. Outros 26%, mesclaram respostas, considerando as aulas de Química, por vezes, como monótonas, com linguagem complexa e conteúdo abstrato. Os demais afirmaram não ter dificuldades e gostar da disciplina.

Após esta análise do perfil socioeconômico dos alunos e de suas respectivas percepções do estudo da Química, foram feitas as análises relativas a cada jogo, com foco na observação do desenrolar do próprio jogo e o comportamento dos alunos na execução do jogo, quantos alunos conseguiram resolver questões que não conseguiram anteriormente e a opinião dos alunos referente ao jogo.

Quanto à aplicação do jogo *Perfil da Tabela Periódica*, constatou-se uma participação ativa de todos os membros, inclusive dos mais tímidos, trocando ideias e analisando as pistas lidas para palpitem um elemento químico coerente. Observou-se que alguns membros se confundiam na distinção de família e período, como também no crescimento do raio atômico e da eletronegatividade na tabela periódica. Nesses pontos como outros, o professor entrevistou pedagogicamente

durante o jogo ao final de cada cartela. Ao retornarem para a lista de exercícios posterior ao jogo, 77,5% dos alunos citaram que foi possível resolver questões que não conseguiram anteriormente.

No questionário sobre a aceitação desse jogo, foram mencionados depoimentos como:

Nunca pensei que um jogo fosse me ensinar (aluno A).

Hoje me diverti e aprendi com meus colegas (aluno B).

Achei tão legal que vou estudar para prova fazendo mais cartelas com o pessoal da minha fila (equipe) (aluno C).

No jogo *Cards das Funções Orgânicas*, verificaram-se pontos semelhantes ao jogo supracitado da primeira série. Um ponto favorável nas observações foi o diálogo e ajuda entre os membros das equipes, uma interação acima das expectativas nas duplas, os alunos buscavam não ganhar e descartar, mas compreender as justificativas dos descartes das funções. Os próprios discentes criaram regras extras para dinamizar mais o jogo, as quais o professor acolheu. Os membros participaram ativamente, mesmo alguns desconfiando com receio de justificar. Nos dias seguintes, alguns alunos fizeram o uso voluntário do jogo em horários de almoço. Quanto às análises referentes à dinâmica do jogo, foi constatado que as primeiras funções identificadas com rapidez pelos alunos foram o álcool, ácidos carboxílicos e aminas e aquelas com as quais eles mais se confundiram foram éter e éster, devido ao nome, e cetona com aldeído, devido ao grupo carbonila. Avaliando a aceitação desse jogo, 88,8% dos alunos mencionaram que foi possível resolver questões que não conseguiram anteriormente e outras questões que geraram dúvida quanto à resposta, conseguiram entender e corrigi-las. Segundo relato dos próprios discentes, havia bastantes dúvidas relativas ao conteúdo e à lista, e o jogo facilitou quanto a isso por uma série de motivos que pontuaram da seguinte forma:

O jogo me fez exercitar e pesquisar melhor do que a lista (aluno D).

No jogo, sentimos motivados a acertar o que me fez aprender (aluno E).

O pessoal (do grupo) me ajudou explicando com uma linguagem rápida e objetiva (aluno F).

Antes não tinha vontade de acabar com as minhas dificuldades, depois do jogo, ainda sinto dificuldades, mas acabei aprendendo algumas funções (aluno G).

No jogo *Copa de Química*, devido à empolgação com o anterior, a sala por completo estava atenciosa e dedicada em realizar a partida, chegando a ficar surpresos com o jogo e sua dinâmica. Algumas equipes fizeram pesquisas nos seus próprios cadernos de anos anteriores, como também na internet. Esse método estimulou a revisão de conteúdos anteriores por meio da ludicidade. Nesse caso, não houve uma lista para efeito comparativo da evolução, mas foi observado o empenho dos participantes nos diálogos com a finalidade de acertar a questão para promover sua ação de marcar gols ou de defender. Durante a execução do jogo, as equipes comemoravam a cada acerto e se consolavam a cada erro.

Observou-se em todos os jogos que, pela maior convivência em sala de aula, foram trabalhadas indiretamente as questões das interações sociais entre os alunos e entre aluno e professor, resultando bastante harmonia dentro da turma.

No questionário para avaliar os jogos pesquisados, foi solicitado aos alunos que realizassem elogios/críticas/sugestões e que mensurassem uma nota, de 0 (para nada satisfeito) a 10 (para totalmente satisfeito), para os jogos, de onde se obtiveram os seguintes resultados:

- *Perfil da Tabela Periódica*: 9,7
- *Cards das Funções Orgânicas*: 9,8
- *Copa de Química*: 9,9

A elaboração e aplicação de jogos neste trabalho resultou em alto nível de interações, por meio de diálogos na resolução e execução dos jogos, necessário ao aprendizado de cada um dos conteúdos estudados na disciplina de Química. Esse aspecto social, visto na teoria de Vygotsky, foi perceptível na proximidade atingida nos termos professor/conteúdo/alunos nas aulas seguintes. Esse fato foi devido aos elos criados na execução e dinamismo desses jogos, que possibilitaram um estreitamento na zona de desenvolvimento proximal vista da teoria de Vygotsky e estimularam o compartilhamento dos seus pensamentos,

do seu entendimento do conteúdo, da convivência nesses aspectos sociais, interativos e pedagógicos.

Embora não fosse um dos objetivos iniciais do presente estudo, foi verificado que as regras do jogo também auxiliaram na compreensão das regras da sala de aula. Isso era nítido quando um aluno tentava infringir uma regra e era advertido pelo restante dos colegas. Nesse aspecto, os jogos levaram os discentes a perceber a relevância das normas para auxiliar na convivência de um conjunto de membros pertencentes a uma sociedade e ter a noção do que é justo e correto para a harmonia daquele grupo de pessoas.

Considerações relevantes ao uso dos jogos didáticos pesquisados

A Química descreve processos dinâmicos de transformações, e, portanto, os processos metodológicos devem apresentar-se com o mesmo dinamismo. Nesse sentido, os jogos didáticos denotam um recurso alternativo viável e relevante que deve ser bem planejado, com objetivo pedagógico bem delineado, para que seu propósito central seja o aprendizado, interligado com a harmonia e a ludicidade, estando à frente de qualquer competição ou de uma simples brincadeira.

Conclui-se, após a avaliação do uso dos jogos didáticos pesquisados, que os alunos, de modo geral, tornaram-se membros ativos nas aulas de Química e conseqüentemente melhoraram o aprendizado dos conteúdos de Química trabalhados. A dinâmica proporcionada pelos jogos aplicados contribuiu para um enlace pedagógico entre os discentes, conteúdos e professor, confirmando plausivelmente as expectativas acerca da temática pesquisada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOCK, A. M. B.; FURTADO, O.; TEIXEIRA, M. L. T. *Psicologias: uma introdução ao estudo da Psicologia*. 14. ed. São Paulo: Saraiva, 2008.

COHEN, A. M. The gamification of education. *The Futurist*, Washington, v. 45, n 5, p. 16-17, set. 2011.

CRESPO, L. C.; GIACOMINI, R. As atividades lúdicas no ensino de Química: uma revisão da Revista Química Nova na escola e das reuniões anuais da Sociedade Brasileira de Química. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA*, 8., 2011, Campinas/SP. *Anais [...]*. Campinas/SP, 2011.

CUNHA, M. B. Jogos no ensino de Química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.

OLIVEIRA, M. K. *Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico*. São Paulo: Scipione, 2010.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. Dificuldades de aprendizagem no ensino de Química: algumas reflexões. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*, 18., 2016, Florianópolis/SC. *Anais [...]*. Florianópolis/SC, 2016.

SATURNINO, J. C. S. F.; LUDUVICO, I.; SANTOS, L. J. Pôquer dos elementos dos blocos s e p. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 174-181, 2013.

SOARES, M. H. F. B. *O lúdico em química: jogos e atividades aplicados ao ensino de Química*. 2004. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP, 2004.

SOARES, M. H. F. B. Jogos e atividades lúdicas no ensino de Química: uma discussão teórica necessária para novos avanços. *Redequim: Revista Debates em Ensino de Química*, Pernambuco, v. 2, n. 2, p. 5-13, 2016.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. 4. ed. São Paulo: Livraria Martins Fontes, 1991.

LABORATÓRIO DE DIDÁTICA E APERFEIÇOAMENTO DOCENTE: espaço para formação em serviço dos professores de Biologia

*Francisco Wagner da Costa Germano*²⁴
*Raquel Crosara Maia Leite*²⁵

O presente capítulo visa a apresentar o Laboratório de Didática e Aperfeiçoamento Docente – LDAD, que se insere numa proposta de formação continuada de professores em serviço. O espaço pode ser utilizado por professores de todas as áreas de conhecimento, mas, neste estudo, focamos a atenção nos professores de Biologia da instituição escolar pesquisada. Descrevemos o funcionamento do LDAD, suas sessões de estudos, sua organização e a criação em uma plataforma virtual, a partir da boa avaliação de sua utilização como espaço físico.

O Laboratório de Didática e Aperfeiçoamento Docente – LDAD – é um espaço pedagógico construído na Escola Profissional Francisca Rocha Silva, em Jaguaruana-CE, que visa a proporcionar aos professores da escola um ambiente estruturado didática, pedagógica e tecnicamente, propício a sua formação em serviço.

O LDAD é um espaço físico destinado a desenvolver a formação e aperfeiçoamento didático e pedagógico em serviço, ou seja, dentro

²⁴Mestre em Ensino de Ciências e Matemática – Universidade Federal do Ceará.

²⁵Doutora em Educação – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC; Professora Associada da Universidade Federal do Ceará. E-mail: raquelcrosara@hotmail.com

do período de trabalho na unidade escolar. Dessa forma, os professores têm um espaço confortável, equipado com instrumentais e recursos didáticos e pedagógicos para realizar seus estudos, pesquisas, discussões referentes aos conteúdos, formular estratégias pedagógicas, desenvolver projetos, elaborar atividades, roteiros de aulas de campo e/ou de laboratórios. Para isso, o LDAD dispõe de acervo amplo e atualizado.

É um espaço climatizado, estritamente pedagógico, equipado com computadores, acesso à internet, biblioteca, poltronas, mesas, cadeiras, armários, com acesso apenas aos professores na perspectiva de possibilitar um ambiente propício a sua formação docente. Esse ambiente é sistematicamente acompanhado pelo coordenador pedagógico, figura central do processo formativo do professor na escola.

No LDAD, os docentes realizam sessões de estudos, atividades de formação, organizadas a partir de referenciais teóricos da área: sessão de estudo e pesquisa; sessão de métodos e técnicas de ensino; sessão de análise reflexiva do ensino e sessão de redimensionamento da prática docente. Cada sessão tem estrutura própria, com registro em instrumentais de acompanhamento específico para cada atividade desenvolvida. Dessa forma, as atividades ministradas dentro das sessões do Laboratório visam a contribuir para a melhoria da qualidade do ensino, refletindo resultados satisfatórios, com aprendizagens significativas para os docentes. Assim, o estímulo à reflexão constante do ato pedagógico é considerado recurso básico para redimensionar a prática dos professores.

Procurando estabelecer uma conexão entre a prática do ensino e a efetiva aprendizagem, as atividades propostas são orientadas pela coordenação pedagógica da escola, com apoio da direção e profissionais convidados pela instituição. O tempo destinado para esse processo formativo é inserido dentro das 13 horas que o professor tem para planejamento. Assim, metodologicamente, descrevemos cada sessão.

Sessão de estudos e pesquisas

Nessa sessão, os professores têm, no período de 120 minutos, um ambiente de diálogo, acompanhado pelo Coordenador Pedagógico, em que apresentará o conteúdo a ser ministrado nas aulas seguintes, bem como os aportes pedagógicos para sua execução em sala de aula.

Nesse momento, os professores acessam os instrumentais de apoio, por meio da plataforma virtual, com indicação de leituras de temas contidos em acervos virtuais, disponíveis em revistas de divulgação científica e em periódicos científicos da área, entre outras, bem como o acervo de livros relacionados à formação docente e à área específica.

O objetivo é estimular o professor a conhecer esses instrumentais, importantes fontes de informações da área das ciências biológicas e, por meio de leituras, aprofundar seus conhecimentos teóricos, para que apresente aos seus discentes os conteúdos específicos, que serão ministrados nas aulas seguintes, com segurança, dinamizando suas aulas, por meio de técnicas ou metodologias inovadoras.

O suporte do Coordenador Pedagógico, formado em Ciências Biológicas, é essencial nesse momento, pois possibilitará aos professores compartilhar de suas dificuldades quanto à abordagem do conteúdo para possibilitar a melhor aprendizagem dos alunos. Também é um elemento motivador, para que os professores busquem novos conhecimentos, por meio da realização dos estudos e das pesquisas orientadas por ele.

Compreende-se que a parceria entre coordenação pedagógica e professores é um elemento impactante para o sucesso do espaço e a eficácia do projeto, pois o coordenador pedagógico é o elemento que possibilita a motivação, além de provocar as mudanças de atitudes nos docentes e dinamizar a participação dos professores (SILVA, 2010, p. 8):

Estar atento às dificuldades apresentadas pelo professor, que detém apenas a teoria do conteúdo a ser ensinado, mas não se enquadra com os pressupostos educacionais e metodológicos do sistema: como ensinar, ou seja, ele domina o conteúdo, porém carece de subsídios teóricos e pedagógicos, inerentes ao processo ensino aprendizagem. Sendo assim, o coordenador precisa trabalhar o conflito existente entre pedagogos, que são educadores profissionais, e os professores de matérias específicas que, por dominarem suas respectivas áreas de formação superior, manifestam atitudes de resistência ao acolhimento de sugestões com relação a sua forma de atuar em sala de aula.

A apropriação do espaço pelo professor é outro elemento importante nesse cenário. Nesse ambiente, o professor precisa se sentir acolhido e confiante, certo de que o LDAD lhe propiciará muitas das respostas para transcender às diversas barreiras presentes no espaço de sala de aula, que lhe dificulta o caminhar nesse espaço.

No referido seguimento, o laboratório visa a subsidiar o trabalho pedagógico do professor, pois disponibiliza, por meio das informações coletadas e selecionadas, condições de aprimoramento do trabalho a ser realizado em sala de aula. Ainda se analisará nesse contexto a coesão e coerência entre as várias vertentes que influenciam o cotidiano pedagógico do docente e as peculiaridades presentes no seu dia a dia. Nesse sentido, a busca constante de suportes teóricos busca refletir e contribuir para a melhoria das ações desenvolvidas pelo professor.

A construção de uma formação condizente com os anseios da sociedade atual requer do professor visão ampla dos aspectos curriculares, didáticos e pedagógicos, pois o dia a dia na escola revela-se um desafio, diante das situações que enfrentam, sejam comportamentos, atitudes ou até mesmo a falta de motivação dos alunos, que vivem realidades fora da escola que afetam seu desempenho. Nesse sentido, ter uma formação que dê suporte para uma educação de qualidade e condições de solucionar problemas do cotidiano escolar é uma forma muito importante para se formar uma sociedade mais justa e igualitária (MOREIRA, 2001).

As pesquisas e estudos realizados pelos professores, dentro dessa sessão, servem de amparo para uma formação sólida e profunda, trabalhando aspectos que os norteiam no enfrentamento dos problemas diários. Ao ter conhecimento, por exemplo, de gestão de sala de aula, de psicologia da aprendizagem e de psicologia da infância e adolescência, o professor marca sua condição como condutor de situações, que o revelam como agente transformador de realidades, pois consegue resolver problemas que interferem nas atividades pedagógicas da escola (MORETTI, 2010).

Nesse aspecto, a sessão de estudos e pesquisas dá aos professores aparatos que se fazem necessários para a profissão docente, pois permite a construção de estruturas didáticas e pedagógicas de fundamentação

necessária para desempenhar seu ofício, com competência e habilidade (NAZAR, 2007).

Ainda nessa sessão, o professor contempla momentos de aprofundamento das teorias e práticas de sua disciplina, além de procurar se inteirar de outras disciplinas que complementam a sua, pela interdisciplinaridade e transdisciplinaridade. Esse momento, que ocorre dentro do cronograma de planejamento da escola, dá ao docente a oportunidade de ampliar seus conhecimentos acerca das condições didáticas e pedagógicas, necessárias à realização de um trabalho de qualidade que seja conduzido, por meio da fundamentação consciente e estruturação racional, aulas atraentes e significativas para os estudantes. Ocorrendo essas situações, temos muita chance de termos aulas que instiguem a aprendizagem satisfatória, tão almejada nos dias de hoje (TORMENA; FIGUEIREDO, 2010).

Eixos que estruturam a sessão de estudos e pesquisas

Os eixos que estruturam a base da sessão de estudos e pesquisas do Laboratório de Didática e Aperfeiçoamento Docente estão pautados no currículo, na didática e no pedagógico. Esses três eixos se articulam para possibilitar ao professor exercitar, de forma eficiente, sua prática docente, aperfeiçoando não só seu conhecimento específico, da disciplina que leciona, mas principalmente sua metodologia de ensino.

Eixo curricular

O currículo é um dos eixos de maior complexidade, pois abrange conteúdos amplos, que envolvem tanto aqueles a serem ministrados quanto aqueles de formação humana. Contudo, é algo extremamente complexo constituir um currículo que abranja conteúdos e conhecimentos necessários à formação do docente dentro de suas atividades letivas na escola (SAVIANI, 2016).

Conforme destaca Saviani (2016, p. 55), o currículo “não é outra coisa senão essa própria escola em pleno funcionamento, isto é, mobilizando todos os seus recursos, materiais e humanos, na direção do

objetivo que é a razão de ser de sua existência: a educação” de quem está no processo de aprendizagem e necessita conhecer determinados conteúdos para a construção de conhecimentos específicos daquele contexto social, econômico, político, histórico e cultural.

Compreende-se assim que a dimensão do currículo transcende apenas a relação de conteúdos associados a uma disciplina. Para Saviani (2016), é necessário compreender que alguns pontos devem ser evidenciados para se construir um currículo, dentre eles, destacam-se os parâmetros pedagógicos e didáticos, sem perder o foco nos eixos científico e filosófico, imprescindíveis para uma formação ampla que subsidie o docente a compreender que, ao atuar como profissional, ele se torna um agente de transformação social, que tem como instrumento sua competência de ensinar e educar discentes dos mais variados níveis sociais, econômicos e com conhecimentos limitados aos seus níveis cognitivos.

Dessa forma, é importante que, ao estruturar um currículo para a formação em serviço de professores de Biologia, busquem-se inicialmente respostas às seguintes indagações: qual o perfil dos professores que estão em exercício e sendo formados em serviço? Eles compreendem essa nova metodologia de formação? Conhecem e compreendem os instrumentais que compõem a estrutura de formação em serviço? Quais suas deficiências no processo pedagógico e didático como regentes da disciplina de Biologia? Que base curricular deve nortear a formação em serviço desses professores? Os professores estão comprometidos com o ensino e o desenvolvimento da qualidade do ato de ensinar? (CADERNO..., 2011).

O conhecimento das dimensões acima é necessário para que a escola, como agente de formação não só de discentes, mas também dos docentes que nela desenvolvem suas atividades, organize suas bases pedagógicas e, fundamentada em seu projeto pedagógico, crie um ambiente capaz de estruturar o currículo para a formação de professores no ambiente do LDAD.

Compreende-se que é imprescindível desenvolver, nos discentes, competências e habilidades que lhes possibilitem conhecer o universo biológico e buscar resolutividade dos desafios presentes nesse universo. Conforme destacam as diretrizes do “Programa Aprender

Pra Valer”, instituído pela Lei Estadual nº 14.190/08, da Secretaria da Educação Básica do Ceará – SEDUC, ao ensinar Biologia, o professor deve “desenvolver nos alunos competências, que consistem na capacidade de articular diversos recursos cognitivos em situações específicas e habilidades, capacitando o aluno para argumentar, agir, tomar iniciativas, criticar e ser um agente transformador da sociedade” (CEARÁ, 2008, p. 69).

Contudo, para que o professor tenha competência de assimilar o nível de conhecimento dos alunos e desenvolva seu plano de aula com a eficácia necessária para promover aprendizagem, é essencial o domínio, não só dos conteúdos, conceitos e teorias, mas também de competências e habilidades didáticas e pedagógicas, como sugere o Programa Aprender Pra Valer, ao colocar que

Habilidades e competências caracterizam-se como atributos intelectuais e cognitivos apreendidos a partir da ação educativa e que tornam o cidadão apto a agir de modo eficiente em qualquer situação de vida. Por fim, a qualidade do ensino de Biologia pressupõe, também, uma nova forma de avaliar que possibilite uma prática pedagógica de inclusão, respeitando as diferenças, os interesses, as capacidades e as aptidões, cabendo à escola proporcionar oportunidades de ensino e de aprendizagem que permitam seu pleno desenvolvimento (CEARÁ, 2008, p. 68).

Nessa perspectiva, ao desenvolver seu plano letivo de curso da disciplina de Biologia, o professor terá, no LDAD, o suporte didático e pedagógico para aprofundar, cotidianamente, novas metodologias que lhe permitam aplicar o conteúdo, com segurança e fundamentação para que a aula se torne um ambiente dinâmico, lúdico e com a motivação necessária para o desenvolvimento da aprendizagem.

Eixo didático

A dimensão didática, no campo de atuação da docência, é imprescindível para o exercício eficaz do professor, visto que é por meio das teorias e fundamentos filosóficos que concebe a formação plena do magistério. Segundo Saviani (2016, p. 66),

Sob essa categoria compreendem-se os conhecimentos relativos às formas de organização e realização da atividade educativa no âmbito da relação educador-educando. É, em sentido mais específico, o domínio do saber fazer. Implica não apenas os procedimentos técnico-metodológicos, mas a dinâmica do trabalho pedagógico enquanto uma estrutura articulada de agentes, conteúdos, instrumentos e procedimentos que se movimentam no espaço e tempo pedagógicos visando atingir objetivos intencionalmente formulados.

Observa-se, na concepção de Saviani (2016), que a compreensão sobre currículo adquire um conceito maior do que o simples agrupamento de conteúdos e diretrizes estruturados para cumprir a base de aprendizagem dos discentes, e aqui se estende a todos os níveis e modalidades de ensino. Ele se constitui como um campo articulado com conteúdos, procedimentos, atividades que proporcionam o movimento do saber entre os discentes.

Nesse sentido, prevalece a capacidade do professor de dinamizar suas atividades em sala de aula, na perspectiva de apresentar o conteúdo sempre contextualizando com os espaços de vivências de seus alunos. Concebe-se, portanto, que o plano de aula não pode ser estático, nem simplista, pois o conhecimento construído precisa contemplar não só conceitos e teorias, mas todas as dimensões socioeconômicas, políticas e ambientais em que vive o discente e sua família.

O campo de atuação do docente no LDAD tem como princípio propiciar ao professor de Biologia recursos didáticos para que sua aula aconteça com eficiência, possibilitando o enriquecimento de métodos e técnicas de ensino, bem como a fundamentação científica de biólogos e pesquisadores da área das Ciências Biológicas. Dessa forma, o conhecimento e o domínio didático são elementares para sua atuação docente (TONIAZZO, 2009).

A Didática, como ciência que congrega os campos que compõem a arte de ensinar, entre eles a pedagogia e seus métodos e técnicas de ensino, tem como essência o estudo sobre os processos de ensino e de aprendizagem. O domínio da didática permite ao professor desenvolver melhor o exercício do magistério, principalmente por meio de habilidades que venham a superar as dificuldades de indisciplinas, desinteresse dos discentes e deficiência do conhecimento (MOREIRA, 2001).

Como bem destacou Comenius (1649, p. 134),

Importa agora demonstrar que, nas escolas, se deve ensinar tudo a todos. que se ensine a todos a conhecer os fundamentos, as razões e os objetivos de todas as coisas principais, das que existem na natureza como das que se fabricam, pois somos colocados no mundo, não somente para que façamos de espectadores, mas também de atores. Deve, portanto, providenciar-se e fazer-se um esforço para que a ninguém, enquanto está neste mundo, surja qualquer coisa que lhe seja de tal modo desconhecida que sobre ela não possa dar modestamente o seu juízo e dela, se não possa servir prudentemente para um determinado uso, sem cair em erros nocivos.

Percebe-se a preocupação em oferecer uma escola que proporcionasse uma linguagem universal da aprendizagem e que estivesse acessível a todos. Ao propor que nas escolas “se deve ensinar tudo a todos”, aponta para que o professor buscasse meios de ensinar de forma fácil aos discentes e com competência para se promover a aprendizagem do conteúdo ensinado (COMENIUS, 1649).

A instrumentalização do docente tem como base a sua formação didática e a apropriação de técnicas de ensino para que ele tenha competência na condução do ato de ensinar. Dessa forma, o professor, por meio da apropriação da Didática, “deve conviver com essa dupla feição teoria e prática, pela responsabilidade social que a envolve nos rumos da experimentação oferecendo pesquisa quantitativa, objetivada e controlada pela estatística” (TONIAZZO, 2009, p. 71).

Nessa perspectiva, ao utilizar o LDAD como instrumento de pesquisa, o professor e o coordenador pedagógico traçam um roteiro para que o profissional docente se aprofunde, com objetivo de ampliar os recursos didáticos possíveis para a melhoria de sua atuação no magistério.

Eixo pedagógico

O eixo pedagógico, que estrutura a sessão de estudos e pesquisas do LDAD, tem como finalidade elevar o nível do saber pedagógico do professor de Biologia, na perspectiva de desenvolver um canal de estudo de pedagogos, filósofos e pensadores no campo educacional, observando

suas linhas pedagógicas, suas tendências educacionais, suas teorias e conceitos nos temas da educação, especificamente, nas áreas que compõem o ensino e a aprendizagem.

Evidencia-se que, para que o professor tenha um bom desempenho no âmbito do magistério, é necessário que este tenha sua linha de trabalho fundamentada em uma linha filosófica da pedagogia como eixo norteador de seu trabalho. Segundo Saviani (2016),

Os conhecimentos produzidos pelas ciências da educação e sintetizados nas teorias educacionais visam articular os fundamentos da educação com as orientações que se imprimem ao trabalho educativo. Em verdade esse tipo de saber fornece a base de construção da perspectiva especificamente educativa a partir da qual se define a identidade do educador como um profissional distinto dos demais profissionais, estejam eles ligados ou não ao campo educacional (SAVIANI, 2016, p. 66).

Compreende-se que, para o desenvolvimento do trabalho educativo pelo professor exitoso, é necessário que este profissional saiba articular o conhecimento científico, aprendido em sua formação acadêmica, que é a base para o exercício de sua função, com a dimensão pedagógica que lhe proporciona a estrutura instrucional necessária ao fazer docente.

Nesse contexto, o LDAD torna-se um grande suporte pedagógico para os professores de Biologia, na perspectiva de alinhar o conhecimento científico de cada profissional a um método de ensino capaz de transformar os conteúdos ensinados em conhecimento aprendido pelos discentes.

É imprescindível que o professor se disponha a aprender cotidianamente com seus alunos, transformando a sala de aula em um ambiente interativo, dinâmico, lúdico, sem perder a essência de um espaço de aprendizagem ampla para todos os discentes. É importante que o docente assimile que “o conjunto dos saberes que, em princípio, todo educador deve dominar e que, por isso, integram o processo de sua formação e orientarão a organização e funcionamento dos currículos escolares” (SAVIANI, 2016, p. 66).

Contudo, é imprescindível que o professor esteja disposto a incorporar essa dimensão, como um processo natural em sua função, no qual, cotidianamente, percebe-se como um aprendiz de novos conhecimentos

e incorpore o espírito empreendedor em seu espaço de trabalho, objetivando ser efetivamente melhor em seu fazer pedagógico. Como formador de habilidades e competências, necessita também ter habilidades e competências (NAZAR, 2007).

Para tanto, é preciso que o professor quebre as amarras da acomodação acadêmica, supere a inércia do fazer pedagógico estruturado nos manuais didáticos e evolua em suas atividades letivas para o campo da pesquisa, da formação em serviço e para o exercício no campo experimental. É necessário romper com o ensino tradicional e a educação bancária que condiciona a praxe docente em meros reprodutores de informações. A sociedade contemporânea exige do ser social uma pessoa dinâmica, dotada de conhecimentos e atitudes capaz de interagir com o universo dinâmico, criativo, que evolui com a mesma velocidade com que o universo se movimenta (LIMA, 2007).

Não é possível disponibilizar um produto educacional diferente do exigido pelo mercado social, em que o discente, depois de uma longa jornada pelo espaço escolar e um alto investimento de recursos, não consiga acessar os espaços sóciopolíticos que compõem a sociedade. E o elemento propulsor desse processo é o professor, pois ele é o principal agente condutor de toda a dimensão educacional (NAZAR, 2007).

Contudo, sua eficácia reside em melhorar sua capacidade de ensinar e aprimorar seus conhecimentos, não só dos conceitos e teorias dos conteúdos de sua área de regência, mas também conhecer as tendências pedagógicas e se nortear por meio delas para realizar sua praxe docente. Conforme ressalta Nazar (2007, p. 1), “uma concepção moderna da tarefa do professor requer não apenas ampliar certas fórmulas pré-estabelecidas, como também um exercício profissional competente que inclui autonomia, capacidade de decisão e criatividade”.

O aporte do campo da didática propicia ao professor uma base teórica e instrumental para sua atividade docente. O embasamento pedagógico também auxilia o professor na organização do espaço letivo, melhorando o espaço da sala de aula, principalmente no âmbito disciplinar, facilitando a forma de condução das reflexões e discussões temáticas, na elaboração e execução dos exercícios e atividades, na in-

teratividade e no diálogo com o discente. É nesse contexto que o professor constrói sua identidade profissional e sua historicidade docente (PERRENOUD, 2002).

Nesse sentido, a apropriação e o conhecimento no campo da didática permitem ao professor consolidar o domínio de seu espaço de trabalho, o respeito de seus discentes não pela imposição, mas pela capacidade de reger o ambiente da sala de aula.

O LDAD é o suporte para que os professores tenham acesso à formação em serviço, reestruturando os princípios educacionais no município.

Sessão de métodos e técnicas de ensino

A excessiva carga horária de trabalho absorvida cotidianamente pelo docente é um dos fatores que corroboram para a acomodação do professor. Além disso, registrem-se as inúmeras atividades que ele realiza diariamente, a quantidade de turmas que são alocadas para suprir sua carga horária, o baixo nível de conhecimento dos discentes, aspecto que torna as aulas possíveis de serem ministradas apenas pelo conhecimento teórico aprendido no campo acadêmico (SILVA, 2014).

A rotina que se estabelece no ambiente da sala de aula, conduzida pelos livros didáticos, que já traz todo o conteúdo para o ano letivo organizado em uma sequência, pode induzir o docente apenas a seguir diariamente a sequência de exercícios que o livro estabelece, estabelecendo essa prática como o único método e técnica utilizada para a condução do ensino e da aprendizagem dos alunos (HAYDT, 2011).

Conforme ressalta Haydt (2011, p. 164),

A metodologia do ensino – por paradoxal que possa parecer – necessita evitar métodos que fazem da ação didática uma rotina pedagógica. Para tanto, é imprescindível que a ação didática seja guiada pela perspectiva histórica e pela dialética dos fatos e fenômenos socioeducativos.

Compreende-se, portanto, a necessidade de romper com a inércia do professor, na perspectiva de melhorar e aperfeiçoar seu desempenho profissional na escola. Para tanto, a instituição, por meio do Laboratório de Didática e Aperfeiçoamento Docente, disponibiliza

a sessão de métodos e técnicas de ensino para que os professores de Biologia ampliem seu campo didático e se apropriem de novos métodos e técnicas de ensino, bem como possam aperfeiçoar sua forma de atuar no espaço escolar. No referido estágio interventivo, a intenção é contribuir para com o docente, no sentido de torná-lo capacitado para exercer com convicção sua profissão e função social, contribuindo assim para a aprendizagem discente.

Observa-se que, no ensino de Biologia, as aulas expositivas comumente têm sido a principal metodologia utilizada nas salas de aulas, cultivando a ideia de que o trabalho com a disciplina é geralmente cansativo e desinteressante. Portanto, compreende-se que, se o professor lançar um olhar inovador sobre seu trabalho pedagógico ao ensino dessa disciplina, pode redimensionar a aula expositiva, transformando-a num momento dinâmico e interativo com seus alunos, estabelecendo o diálogo como ferramenta para a realização de troca de informação e apresentação dos conteúdos ensinados, bem como realizar como prática de aprendizagem exercícios que desenvolvam a criatividade e do trabalho coletivo na elaboração do conhecimento.

O conhecimento didático possibilita ao professor habilidades que o tornam dinâmico em seu campo de atuação, principalmente quando este assimila as ferramentas disponíveis e as técnicas de ensino, que são elementos metodológicos essenciais para o exercício do magistério. Nesse sentido, Haydt (2011, p. 165), destaca que

Os pressupostos epistemológicos de uma metodologia de ensino necessitam proporcionar aos sujeitos do ato educativo não só o conhecimento da estrutura teórico-prática dos métodos de ensino, mas ensinar, numa perspectiva substancial, a incorporação do polo instrucional no polo socioeducacional: ligar as possibilidades didáticas às possibilidades educativas e essas ao contexto sociocultural. Esse, por sua vez, não deve ser um mero pretexto para a estruturação da ação didática, mas o ponto essencial para a valoração da matéria de ensino em estudo na educação escolar.

Ao adotar seu método de ensino, o professor estabelece uma definição do caminho que vai conduzir o processo de ensino para com seus alunos na perspectiva de que estes obtenham aprendizagem. Contudo, observa-se que

há entre professores uma resistência a inovar ou adotar novos métodos de ensino que propiciem trabalhar os conteúdos de forma mais dinâmica, que facilitem a compreensão e a aprendizagem dos discentes.

Há uma tendência que leva a maioria dos professores a adotarem o método tradicional de ensino, fixando sua praxe docente em aulas expositivas, desinteressantes e repetitivas, tornando a disciplina cansativa e pouco produtiva. Romper com esse estado de rotina permanente não é uma tarefa fácil, mas

Partindo-se da concepção de que as atividades que devem ser planejadas no processo de ensino-aprendizagem referem-se àquilo que o aluno precisa fazer para apreender determinado conteúdo e que a natureza dessas atividades, de preferência, deve ser aquela que faz o aluno permanecer ativo durante todo o processo, cabe ao professor escolher, desse modo, as técnicas e os procedimentos que estejam orientados por esses pressupostos. Se a limitação do professor é grande em se tratando das escolhas dos conteúdos a ensinar, sua liberdade quanto aos métodos a aplicar também é grande. Decidir por um método ou outro, portanto, é quase que exclusivamente da alçada do professor (CADERNO..., 2011, p. 94).

Para que o professor de Biologia da instituição possa ratificar sua adesão ao projeto de qualificação de seu desempenho profissional, semanalmente, ele tem acesso ao estudo de uma técnica de ensino, durante seu planejamento coletivo, sob orientação do coordenador pedagógico, que, no período de 2 h/a, apresentará uma técnica como proposta de ensino e promoverá uma discussão acerca da proposta, analisando seus aspectos de produção do conhecimento coletivo e individual do aluno e sua viabilidade de inserção no ambiente de sala de aula.

Com o advento das tecnologias digitais, o professor compete com mídias que se sobressaem em relação à atratividade de suas aulas. Nesse sentido, o professor deve buscar compreender o que já existe e criar sua forma particular de ministrar sua disciplina e assim desenvolver novas maneiras de tornar suas aulas diferenciadas, conforme objetivo da sessão ora aqui apresentada.

Ao ter contato com novos métodos de ensino, o professor amplia suas técnicas e desenvolve metodologias que lhe possibilitem inovar

em sua praxe docente e, conseqüentemente, elevar a qualidade do ato de ensinar. Com o aporte do coordenador pedagógico, que o acompanha em seus estudos, estimulando-o, motivando-o e fornecendo-lhe informações e conceito teóricos para estudo, o professor passou a realizar pesquisas e estudos sobre novos métodos e técnicas de desenvolvimento e aplicação de conteúdo.

O coordenador pedagógico estrutura, por meio de pesquisa e aquisição de livros e revistas, um banco de técnicas e métodos de ensino, que ficam à disposição dos professores para estudo e consultas, a fim de que estes tenham suporte necessário para dinamizar sua metodologia de ensino da disciplina de Biologia. Esse suporte técnico conta com técnicas que podem ser aplicadas aos conteúdos da disciplina, ou adequadas aos exercícios específicos, conforme o objetivo a ser alcançado pelo professor.

Estão relacionadas algumas técnicas, para exemplificação, que foram apresentadas por Burnier (2005): seminário relâmpago, técnica do torneio, técnica do remador, técnica da grade, grupos diferenciados ou painel integrado, júri simulado. Descrevemos a seguir uma das técnicas elaboradas e executadas por um dos autores do capítulo:

Técnica do teatro aplicado à fotossíntese

Aqui é apresentada uma atividade realizada pelo pesquisador, pautada na técnica do teatro. Nesse caso, foi organizada uma atividade teatral que tratava do conteúdo ligado à fotossíntese.

Nessa técnica, os alunos são divididos em equipes que irão compor as duas fases da fotossíntese. Na primeira fase, denominada fotoquímica, os alunos são distribuídos com etiquetas que os classificam como moléculas participantes dessa etapa (NADP, ADP, H₂O, Luz).

Os alunos realizam um teatro mostrando a utilização da luz para a quebra da molécula de água e a liberação de hidrogênio e oxigênio que dará origem ao gás oxigênio. A outra equipe, que participa da fase química, é composta por alunos que representam a Ribulose-Fosfato, NADPH₂ e a ATP.

Nesse sentido, os movimentos e as falas utilizadas para demonstrar um processo bioquímico complexo como a fotossíntese tornam a

aprendizagem mais participativa e prazerosa, pois, quando o estudante se envolve no processo, as condições de acomodação e assimilação do conhecimento tornam-se reais.

Contudo, vale salientar que os métodos e técnicas são importantes ferramentas para melhorar e dar qualidade ao processo de ensino, possibilitando ao aluno aprender de forma mais simples e fácil o conteúdo, mas não pode ser adotado como fórmula ou receita mágica como instrumento capaz de resolver o problema da educação.

É necessário que o professor estude, aprofunde suas metodologias, aperfeiçoe suas técnicas de ensino, contextualize suas atividades, planeje adequadamente os conteúdos para que o conhecimento seja acessível a todos os alunos.

Sessão de análise reflexiva do ensino

Na terceira etapa, denominada sessão de análise reflexiva do ensino, o laboratório se volta a oportunizar ao profissional docente as condições de rever tudo aquilo que precisa ser modificado, para que o seu trabalho possa ter o resultado esperado. Compete ao docente, nessa etapa, realizar a análise reflexiva do seu trabalho, visto que o cerne da referida ação é a busca de novos meios didáticos e pedagógicos aprimorados a partir dos resultados e do nível de satisfação dos discentes (PERRENOUD, 2002).

Para tanto, compreende-se a necessidade de se refletir sobre sua prática profissional e, por meio de estudos, pesquisas, participação de fóruns e programas de formação em serviço, aperfeiçoar seu universo docente. Conforme destaca Nazar (2007, p. 1),

O estudo do professor no seu cotidiano como ser histórico e socialmente contextualizado, pode auxiliar na definição de uma nova ordem pedagógica e na intervenção da realidade no que se refere à sua prática e à sua formação. Quanto maior e mais rica for sua história de vida e profissional, maiores serão as possibilidades do desempenho de uma prática educacional significativa.

A compreensão de que sua atividade profissional impacta na vida de centenas de jovens, que esperam dele aprender e compreender o mundo e

seus elementos, precisa estar presente cotidianamente em suas reflexões. É por meio do ato de refletir que o professor redimensiona seu fazer pedagógico (NÓVOA, 1992). Nesse sentido, Perrenoud (2002, p. 43) coloca que

Um “professor reflexivo” não para de refletir a partir do momento em que consegue sobreviver na sala de aula, no momento em que consegue entender melhor sua tarefa e em que sua angústia diminui. Ele continua progredindo em sua profissão mesmo quando não passa por dificuldades e nem por situações de crise, por prazer ou porque não o pode evitar, pois a reflexão transformou-se numa forma de identidade e de satisfação profissionais.

Observa-se a importância do ato reflexivo de sua praxe pelo professor, pois ele é a base do agir pedagógico, na perspectiva de compreender os momentos vivenciados em sala de aula e convergir para o planejamento de ações que possibilite contornar as dificuldades que surgem cotidianamente, seja no relacionamento interpessoal, seja no processo de ensino e de aprendizagem pelos discentes.

É mediante a reflexão do fazer pedagógico que o professor percebe suas falhas na regência da sala de aula e tem a possibilidade de reelaborar seus métodos e ferramentas de ensino, refaz seu processo de interatividade e intervenção com os discentes, revisa seus parâmetros conceituais e teóricos e redimensiona a dinâmica da construção de novos saberes, tornando mais fácil e dinâmico seu papel como profissional (NÓVOA, 1992).

Conforme aborda Perrenoud (2002, p. 44),

Essa reflexão constrói novos conhecimentos, os quais, com certeza, são reinvestidos na ação. Um profissional reflexivo não se limita ao que aprendeu no período de formação inicial, nem ao que descobriu em seus primeiros anos de prática. Ele reexamina constantemente seus objetivos, seus procedimentos, suas evidências e seus saberes. Ele ingressa em um ciclo permanente de aperfeiçoamento, já que teoriza sua própria prática, seja consigo mesmo, seja com uma equipe pedagógica. O professor faz perguntas, tenta compreender seus fracassos, projeta-se no futuro, decide proceder de forma diferente quando ocorrer uma situação semelhante ou quando o ano seguinte se iniciar, estabelece objetivos mais claros, explicita suas expectativas e seus

procedimentos. A prática reflexiva é um trabalho que, para se tornar regular, exige uma postura e uma identidade particulares.

O perfil do professor reflexivo descrito por Perrenoud (2002) aponta para uma série de situações que, postas em prática, produzem um efeito transformador do profissional e do produto por ele desenvolvido, ou seja, ao incorporar o hábito de realizar uma reflexão profunda de sua praxe docente, o professor tem a grande possibilidade de mudar sua forma de trabalhar com seus alunos, principalmente, permitindo-se transformar seu perfil profissional, incorporando qualidades que só quem assume por compromisso sua função laboral consegue realizar.

No ato reflexivo, o professor, ao promover suas análises sobre como se projeta para seus alunos, como aplica os conteúdos, como desenvolve seus planos de aulas, quais objetivos deseja atingir, como se relaciona com a turma, qual método contribui mais para o desenvolvimento da aprendizagem dos discentes, como avalia a aprendizagem de todos, além de estabelecer uma autocrítica do profissional, obtém respostas que passam a norteá-lo em um novo caminho (PERRENOUD, 2002).

Conforme ressalta Freire (1996, p. 15), “a reflexão crítica sobre a prática se torna uma exigência da relação Teoria/Prática sem a qual a teoria pode ir virando blábláblá e a prática, ativismo”. Dessa forma, compreende-se que a reflexão é um momento contínuo que possibilita a compreensão da prática docente no âmbito do fazer pedagógico, pois é ela que constrói o fio condutor do seu trabalho. O professor que não reflete sobre sua praxe não consegue enxergar a evolução de seu aluno e de sua turma, e sua prática se torna mera repetição de procedimentos pedagógicos estruturados em discursos vazios de teoria e conceitos que pouco significam no processo de aprendizagem dos discentes.

Ao adotar uma prática menos impactante ao desgaste funcional, ou seja, ao preferir ser um mero reproduzidor de conteúdos e procedimentos didáticos, o professor diminui sua importância no cenário educacional. Esse comportamento conservador é fruto de uma prática defensiva, que lhe permite apenas sobreviver em sua função profissional, pois

Para *sobreviver*, desenvolvem práticas defensivas que, se não levam a aprender, lhes permitem pelo menos conservar o controle

da situação; assim sendo, alguns se fecham, permanentemente, aos métodos ativos e ao diálogo com outros profissionais (FREIRE, 1996, p. 15).

Romper com esse comportamento conservador não é uma missão fácil, pois o professor se percebe um universo limitado, fechado aos novos saberes, distante do processo interativo e dinâmico que proporciona a mudança e a transformação pessoal e profissional. Sem o ato reflexivo, sem a adesão do professor à profissionalização, à apropriação de novos saberes, não haverá mudanças no âmbito educacional (SANTOS, *et al.*, 2013).

Nesse sentido, compreende-se que uma mudança de comportamento para o professor, acostumado às práticas conservadoras, apesar de ser um enorme desafio, é possível, mediante a adesão do profissional a uma prática reflexiva que lhe proporcione evoluir tanto em seus princípios humanos, aperfeiçoando sua capacidade de compreensão do contexto social em que atua, como o qualificando, por meio de formação em serviço, com novos saberes pedagógicos e didáticos, para uma praxe pautada por inovações tecnológicas, por momentos de estudos, apropriação de conceitos e teorias, pela apropriação de novos métodos e técnicas que lhe possibilitam desenvolver sua função docente com qualidade e com resultados significantes (TEIXEIRA, 2005).

Conforme ressalta Perrenoud (1999, p. 8), “a profissionalização, a prática reflexiva e a participação crítica vão além do ‘saber fazer’ profissional de base, mas supõem sua aquisição prévia”. Sem a aquisição de novos conhecimentos, de novos métodos e fundamentos pedagógicos e didáticos, o exercício da docência culmina por um esvaziamento de ideologias.

Dessa forma, o LDAD desenvolve, dentro da sessão análise reflexiva do ensino, sob acompanhamento do coordenador pedagógico, momentos específicos para refletir sobre a prática docente na instituição e buscar mecanismos para aperfeiçoar o desempenho dos docentes.

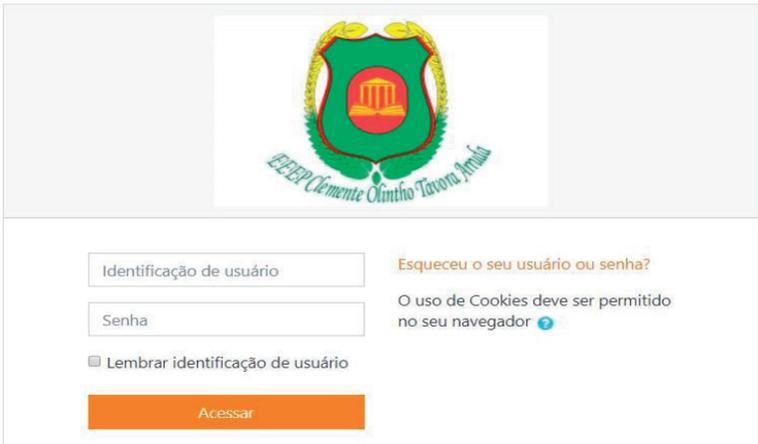
O objetivo inicial é provocar discussões sobre como estão acontecendo as aulas, na perspectiva de identificar elementos que gerem dificuldades no fazer pedagógico e, com o suporte da coordenação escolar e

professores da instituição, encontrar meios de intervenção para o aperfeiçoamento de suas atividades. Vale destacar que as intervenções que já foram exitosas devem ser implementadas, efetivando ainda mais a sua abrangência dentro do processo de ensino e aprendizagem.

Na referida etapa, faz-se obrigatória a construção contínua de registros, mediante instrumental previamente elaborado, para documentar o que deu certo, o que não apresentou resultados satisfatórios e o que precisa de intervenções, implementações ou modificações para a prática seguinte.

Com o registro na plataforma LDAD Virtual, o professor registra sistematicamente suas percepções dos momentos vivenciados no ambiente de sala de aula, destacando seus avanços e retrocessos, para gerar novos momentos de reflexão e discussão de sua prática profissional. As intervenções ocorrem pelo coordenador pedagógico, articulador do processo de formação em serviço que acompanha o desempenho dos professores nas atividades da plataforma e faz os encaminhamentos necessários para alinhar o trabalho de regência do professor. Eis a tela do LDAD Virtual em que os professores podem realizar essa ação (Figuras 1 e 2):

Figura 1 – Tela de login para acessar o ambiente



Identificação de usuário

Senha

Lembrar identificação de usuário

Acessar

Esqueceu o seu usuário ou senha?

O uso de Cookies deve ser permitido no seu navegador

Fonte: os autores.

Figura 2 – Espaço para os professores realizarem suas reflexões e registros



Fonte: os autores.

Sessão de redimensionamento da prática docente

É evidente que o debate acerca da formação continuada de professores nos remete a uma reflexão sobre o papel da prática docente, uma vez que, à medida que institui um rompimento de paradigmas, instiga-nos à construção de novos, consubstanciando as peculiaridades inerentes ao processo educacional (SANTOS *et al.*, 2013).

O processo de reflexão sobre as características inerentes à (re) construção do trabalho pedagógico, na presente sessão, requer compreender o desenvolvimento e a aplicabilidade das técnicas de ensino. A percepção crítica conduz o profissional à busca de ferramentas, recursos, matérias, equipamentos, entre outros meios para que possibilite um novo trato com os conteúdos, ou seja, conduzi-los de forma dinâmica e atrativa no espaço da sala de aula (TEIXEIRA, 2005).

A referida etapa de intervenção implica no redimensionamento da prática, o que evidencia o princípio do processo de ensino-aprendizagem, segundo Paulo Freire: AÇÃO ↔ REFLEXÃO ↔ AÇÃO. A análise contínua, associada à avaliação processual, permite identificar as necessidades e possibilita superar o indesejado, pela intervenção na situação-problema, isto é, nos pontos negativos que refletem na insatisfação dos resultados didático-pedagógicos (FREIRE, 1996).

Tratar do aperfeiçoamento da prática didático-pedagógica do docente é evidenciar a importância da formação contínua para a categoria, o que reflete na melhoria da qualidade do ensino para o discente. Nesse processo, a prática pedagógica reporta-se à ideia de algo que é

praticado, um exercício. Ela vai além do conceito dado, visto que deve ser uma atividade desenvolvida constantemente, porém com um fim e objetivo a serem atingidos. Já a práxis é uma atividade que deve ser direcionada (VÁSQUEZ, 2007).

Nesse sentido, [...] toda a práxis é atividade, mas nem toda atividade é práxis (VÁSQUEZ, 2007, p. 219), podendo ser essa atividade impulsionada por uma realidade presente, isto é, por algo que se pretende conhecer, alcançar, é o que é chamado de atividade cognoscitiva e atividade teleológica.

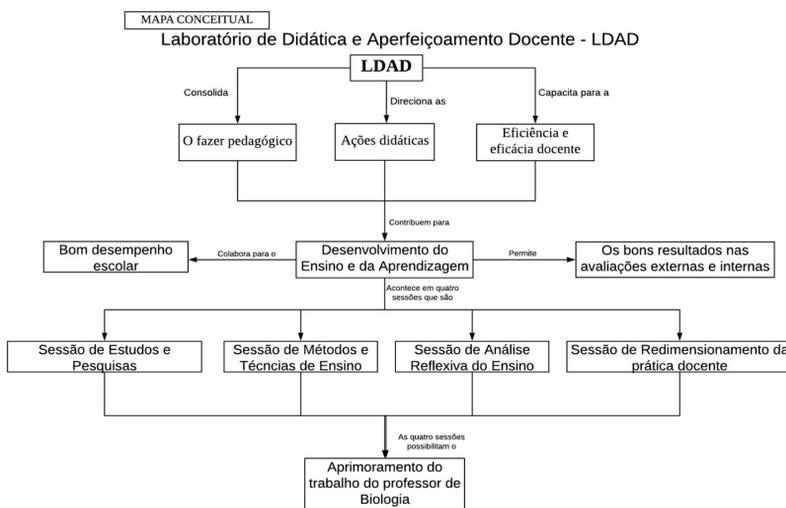
Em conformidade com Vásquez (2007), embora existam diferenças entre a atividade cognoscitiva e teleológica, na atividade pedagógica do professor, ambas se fazem presentes, uma vez que o professor tanto desenvolve ações impulsionado pelo que está vivendo em sua prática, quanto ações impulsionadas por algo desconhecido, mas que a necessidade o leva a querer conhecer e disso apropriar-se.

Falar em prática também remete às contribuições teóricas, segundo Veiga (2008), o lado objetivo da prática pedagógica é constituído pelo conjunto de meios, o modo pelo qual as teorias pedagógicas são colocadas em ação pelo professor. O que as distingue da teoria é o caráter real, objetivo, da matéria-prima sobre a qual elas atuam, dos meios ou instrumentos com que se exerce a ação e de seu resultado ou produto. Nesse sentido, a finalidade é satisfazer determinada atividade humana por meio da transformação real, objetiva, de modo natural ou social (PERRENOUD, 2002).

Acreditar que a reflexão é indispensável para o trabalho docente redireciona a concepção de que a prática pedagógica deve, portanto, ser constantemente questionada pelo professor, a fim de possibilitar a descoberta de novos caminhos para melhorar o trabalho por ele desenvolvido. É indispensável então apontar que a “[...] prática reflexiva nos remete a dois processos mentais que devemos distinguir, principalmente se considerarmos seus vínculos” (PERRENOUD, 2002, p. 30), quer seja a reflexão na ação, quer seja a reflexão sobre a ação.

A compreensão do funcionamento das sessões se efetiva por meio de caminhos estruturados sobre a base de elementos didáticos e pedagógicos, que convergem para a mudança da prática docente no ambiente escolar, como se observa no Diagrama 1:

Diagrama 1 – Diagrama mapa conceitual



Fonte: os autores.

Observa-se, no Diagrama 1, o funcionamento do LDAD. Nele a sequência que precede as sessões acontece fundamentada em eixos estruturantes, como o “fazer pedagógico”, as “ações didáticas” e a “eficiência e a eficácia docente”, aspecto que embasa a realização das sessões pautadas em áreas temáticas e objetivos bastante claros, proporcionando objetividade, dinâmica e qualidade no desenvolvimento das atividades.

Embora o foco esteja na formação e qualificação dos profissionais docentes, é perceptível que o norte final consiste na melhoria do processo metodológico do ensino para o aprimoramento de técnicas e procedimentos em sala de aula, na perspectiva de propiciar a elevação dos indicadores na aprendizagem dos alunos, aspecto que o coloca como centro do processo e elemento que conduz todas as outras atividades.

Em terceira instância, situam-se as sessões que são momentos de aprofundamento de conteúdos ensinados, estudo e pesquisa de material didático e pedagógico, reflexão dos métodos e técnicas utilizados pelos docentes na prática educativa dos discentes e, principalmente, a busca pelo redimensionamento da prática docente, na perspectiva de propiciar, além da melhoria do ato de ensinar, com foco na aprendizagem dos

discentes, qualificar o professor para que seu trabalho seja desenvolvido com qualidade, dentro do seu próprio espaço de trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BURNIER, S. *Dinamizar suas aulas diversificando as técnicas de ensino*. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG, 2005. Disponível em: <http://www.leticiaacapelao.com/arquivos/profissional/Apostila%20T%E9cnicas%20de%20Ensino.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2017.

CADERNO de formação: formação de professores: didática dos conteúdos. São Paulo: Cultura Acadêmica, Unesp-Pró-Reitoria de Graduação, Univesp, 2011. (Coleção Caderno de Formação, v. 2).

CEARÁ. Secretaria da Educação. *Metodologias de apoio: áreas de ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Fortaleza: Seduc, 2008. (Coleção Escola Aprendiz, v. 3).

COMENIUS, I. A. *Didactica Magna*. 1649. Versão para eBook eBooks-Brasil. Fundação Calouste Gulbenkian, 2001. Disponível em: <http://www.ebooksbrasil.org/eLibris/didacticamagna.html>. Acesso em: 27 jan. 2018.

EISENHARDT, K. M. Building theories from case study research. *The Academy of Management Review*, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

HAYDT, R. C. C. *Curso de Didática Geral*. São Paulo: Ática, 2011.

LIMA, S. F. A. A escolha do magistério como profissão. In: CONGRESSO ESTADUAL PAULISTA SOBRE FORMAÇÃO DE EDUCADORES, 9., 2007, São Paulo/SP. *Anais [...]*. São Paulo/SP: Unesp, 2007. p. 13-23. Disponível em: www.unesp.br/prograd/ixcepfe/Arquivos%202007/8eixo.pdf. Acesso em: 7 dez. 2017.

MOREIRA, A. F. B. Currículo, cultura e formação de professores. *Educ. Rev.*, Curitiba, v. 17, n. 17, p. 39-52, June 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602001000100004&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 22 fev. 2018.

MORETTI, V. D.; MOURA, M. O. Formação docente na perspectiva histórico-cultural: em busca da superação da competência individual. *Psicologia Política*, v. 10, n. 20, p. 345-361, jul./dez. 2010. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-549X2010000200012. Acesso em: 22 fev. 2018.

NAZAR, R. M. G. *A formação do professor; a prática reflexiva e o desenvolvimento de competências para ensinar*. Universidade Brasil, Campus Descalvado/SP, 3 ago. 2007. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/17z-MruTO4348wxGDiaQ5ulJyKDSbikbw/view/>. Acesso em: 27 jan. 2018.

NÓVOA, A. (coord.). *Os professores e a sua formação*. Lisboa: Dom Quixote, 1992. p. 13-33.

PERRENOUD, P. *A prática reflexiva no ofício do professor: profissionalização e razão pedagógica*. Porto Alegre: Artmed, 2002.

PERRENOUD, P. *Construir as competências desde a escola*. Porto Alegre: Artmed, 1999.

SANTOS, E. P.; BATISTA, I. C.; SOUZA, M. L. S. *O processo didático educativo: uma análise reflexiva sobre o processo de ensino e a aprendizagem*. Brasil Escola, 2013. Disponível em: <https://meuartigo.brasilescola.uol.com.br/pedagogia/processo-didatico-educativoanalise-reflexiva-sobre-processo-ensino-aprendizagem.htm>. Acesso em: 25 nov. 2017.

SAVIANI, D. Educação escolar, currículo e sociedade: o problema da base nacional comum curricular. *Movimento: Revista de Educação*, v. 3, n. 4, p. 54-84, 2016. Disponível em: <http://www.revistamovimento.uff.br/index.php/revistamovimento/article/view/296/301>. Acesso em: 22 fev. 2018.

SILVA, J. C. B. *Coordenador pedagógico: fio condutor da educação*. Disponível em: <https://www.webartigos.com/artigos/coordenador-pedagogico-fio-condutor-daeducacao/42249>. Acesso em: 8 jul. 2010.

SILVA, S. P. da. *O processo de implementação das políticas educacionais e repercussões nas formas de gestão da escola e no processo de ensino-aprendizagem* [manuscrito]: o pacto pela educação em Goiás. Orientador: José Carlos Libâneo. Goiás. 2014. 249 f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2014. Disponível em: <http://tede2.pucgoias.edu.br:8080/bitstream/tede/709/1/SIMONIA%20PERES%20DA%20SILVA.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2017.

TEIXEIRA, L. C. R. S.; OLIVEIRA, A. M. A relação teoria prática na formação do educador e seu significado para a prática pedagógica do professor de biologia. *Ens. Pesq. Educ. Ciênc.*, Belo Horizonte, v. 7, n. 3, p. 220-242, dez. 2005. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172005000300220&lng=en&nrm=iso. Acesso: 25 nov. 2017.

TONIAZZO, N. A. *Didática: a teoria e a prática na educação*. FAMPER, 2009. Disponível em: http://www.famper.com.br/download/pdf/neo-remi_06.pdf. Acesso em: 22 fev. 2018.

TORMENA, A. A.; FIGUEIREDO, J. A. *Planejamento: a importância do plano de trabalho docente na prática pedagógica*. Caderno PDE – O Professor PDE e os desafios da escola pública paranaense – Secretaria da Educação do Estado do Paraná, 2010. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospede/pdebusca/producoes_pde/2010/2010_fafipa_ped_artigo_ana_aparecida_tormena.pdf. Acesso em: 22 fev. 2018.

VÁSQUEZ, A. S. *Filosofia da práxis*. São Paulo: Expressão Popular, 2007.

VEIGA, I. P. A. (org.). *Projeto político-pedagógico da escola: uma construção possível*. Campinas/SP: Papirus, 2008. p. 37-52.

O ENSINO DE QUÍMICA NA ERA DOS APLICATIVOS PARA DISPOSITIVOS MÓVEIS

*Leonardo Figueiredo Soares²⁶
Maria Goretti de Vasconcelos Silva²⁷*

Introdução

A Química se ocupa do estudo das transformações da matéria e dos processos energéticos inerentes a essas transformações (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2016). O conhecimento relacionado a essa ciência só pode ser compreendido integralmente pela apropriação correta dos fenômenos visíveis (ou macroscópicos) e invisíveis (microscópicos ou submicroscópicos), sendo possível representá-los por meio de uma linguagem específica (aspecto simbólico).

Esses três aspectos podem representar uma dificuldade considerável para uma aprendizagem eficiente em Química. Além deles, existem outros fatores. Adicionalmente, podemos citar o fato de que o conhecimento produzido na academia não chega até as escolas pelos materiais pedagógicos em um nível de leitura que permita uma fácil compreensão

²⁶ Licenciado em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Mestre em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA) pela Universidade Federal do Ceará, Professor de Química (SEDUC-CE). E-mail: leofs1988@gmail.com

²⁷ Bacharel e Licenciada em Química pela Universidade Federal do Ceará, Doutora em Química pela Universidade Federal do Ceará, Professora Titular do Departamento de Química Analítica e Físico-Química da Universidade Federal do Ceará. E-mail: mgvsilva@ufc.br

dos estudantes. A transmissão dos conhecimentos não recebe a devida atenção, para que os estudantes percebam a sua relevância.

Podemos acrescentar ainda o fato de o currículo da educação básica por muitos anos ter delegado o ensino de Química apenas ao último ano do Ensino Fundamental e ao Ensino Médio.

Ao longo do tempo, muitos são os autores que continuam apontando para uma prática pedagógica pautada na memorização de fórmulas e informações como mecanismo para o ensino da disciplina. Porém, sabemos que, para uma transposição didática eficiente, deve-se trabalhar o conteúdo como um objeto de estudo para que o “saber sábio” se converta em “saber ensinado”, pelo uso da linguagem e demais mecanismos necessários para que se possa “traduzir” o conteúdo químico para os estudantes (ALVES, 2000).

Diversos professores e pesquisadores têm utilizado ferramentas pedagógicas para diversificar o ensino de Química e realizar uma transposição didática eficiente, seja pelo uso de jogos físicos (SOUSA *et al.*, 2012; SOUSA; GOMES, 2013; OLIVEIRA *et al.*, 2018), da experimentação (MACHADO; MÓL, 2008; RIBEIRO; NUNES, 2008; SOARES *et al.*, 2012), ou do uso de metodologias inovadoras (BACICH; TANZI NETO; TREVISANI, 2015; BACICH; MORAN, 2018), o que nos coloca em uma posição de otimismo frente ao futuro.

Uma possibilidade que tem sido empregada com sucesso para a aprendizagem de conteúdos químicos, devido a sua versatilidade e seu caráter inovador, são as tecnologias digitais. Por Tecnologias Digitais da Comunicação e Informação (TDIC), compreendemos todos os artefatos digitais que podem ser utilizados para a criação, disseminação ou transformação de informações (ULIANO, 2016).

Sua incorporação às salas de aula atende a uma demanda atual: os nossos estudantes são, em sua maioria, nativos digitais. Muitos utilizam redes sociais, ambientes virtuais de aprendizagem e buscam em videoaulas as informações de que precisam. Tudo isso com muita destreza, revelando habilidades no manuseio de dispositivos tecnológicos, como *smartphones*, *tablets* e computadores que não podem ser desprezadas. É importante reconhecer esse fato porque ele afeta diretamente o modo como esses estudantes aprendem e se relacionam.

Contudo, o uso das tecnologias em sala de aula não é novo. Remonta à década de 1970 nos Estados Unidos, se levarmos em conta a proposta de apresentar o computador como uma máquina de ensinar, conforme um modelo de estímulo-e-resposta proposto por Skinner (VALENTE, 1999).

A forma de apresentação da tecnologia e a metodologia empregada para seu uso foram sendo aperfeiçoadas ao longo do tempo, devido a uma mudança de paradigma: da educação centrada no professor para uma educação centrada no estudante (BACICH; MORAN, 2018). Essa alteração é particularmente útil para que a incorporação de dispositivos ao ensino possa provocar aprendizagem, uma vez que

A tecnologia contribui para orientar o desenvolvimento humano, pois opera na zona de desenvolvimento proximal de cada indivíduo por meio da internalização das habilidades cognitivas requeridas pelos sistemas de ferramentas correspondentes a cada momento histórico. Assim, cada cultura se caracteriza por gerar contextos de atividades mediados por sistemas de ferramentas, os quais promovem práticas que supõem maneiras particulares de pensar e de organizar a mente (LALUEZA; CRESPO; CAMPS, 2010).

Desse modo, podemos inferir que a aprendizagem baseada no uso de artefatos tecnológicos pode ser eficiente na transposição didática dos conteúdos de Química, uma vez que se respeite o contexto social no qual aquela abordagem será realizada.

Em se tratando de contexto, observamos claramente a presença de dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets* no nosso cotidiano, servindo essas ferramentas para comunicação, busca de informações, serviços de alimentação, passatempo, entre outros usos. Tudo isso é realizado por meio de utilitários chamados de aplicativos, os quais são programas que funcionam em sistemas operacionais específicos para fins diversos.

Quando nos propusemos a produzir e publicar este capítulo, almejamos realizar uma investigação acerca do uso desses novos recursos no ensino de Química. Considerando o universo de aplicativos disponíveis nas lojas virtuais, pesquisamos sobre trabalhos na literatura científica que explorem e validem o uso de aplicativos para dispositivos móveis para o ensino de Química, considerada a sua relevância.

Ao final, selecionamos 23 *apps* que podem ser utilizados para essa mesma finalidade.

Nesse intuito, buscamos inicialmente compreender como os estudantes utilizam os dispositivos móveis. Posteriormente, investigamos, na literatura científica, trabalhos que descrevessem a experiência do uso de aplicativos em sala de aula, para que, em seguida, pudéssemos perceber as perspectivas para o desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis no ensino de Química. Por último, consideramos importante realizar um levantamento dos principais aplicativos disponíveis na plataforma Google Play Store e oferecer orientações de uso dessas ferramentas.

O uso de aplicativos para dispositivos móveis voltados ao ensino de Química na literatura científica

O material aqui exposto pode ser categorizado como uma pesquisa exploratória com caráter descritivo, de cunho qualitativo. Para tornarmos a leitura mais eficiente e didática, organizamos esta etapa em dois momentos: a revisão de literatura para selecionar trabalhos publicados sobre a temática em questão; e a pesquisa e seleção de aplicativos para dispositivos móveis que possam ser relevantes para o ensino de Química.

Para realizar a busca por materiais acadêmicos que nos pudessem ser úteis, utilizamos as plataformas de busca Scopus e Google Acadêmico. Em ambos os casos, utilizamos como palavras-chave os termos “Química AND app”, “Ensino de Química AND aplicativo”, “Conteúdo de Química AND aplicativo”, assim como as buscas com termos em língua inglesa, “Chemistry AND app”, “Chemistry Teaching AND app”, “Chemical content AND app”.

A busca realizada nos trouxe uma imensa quantidade de trabalhos disponíveis para análise, para a qual utilizamos como critérios:

- guardar relação com a Química do Ensino Médio ou Nível Superior;
- ser um trabalho que relate uma experiência com uso de *apps*;
- realizar um levantamento sobre *apps* que possam ser utilizados neste intuito.

Utilizando os descritores acima expostos, selecionamos vinte e cinco (25) trabalhos entre artigos, monografias e livros, escritos em língua portuguesa e língua inglesa.

Após selecionados os materiais acadêmicos, procedemos à análise, levando em consideração informações acerca dos conteúdos apresentados, da metodologia empregada no trabalho ou na ação pedagógica, no resultado obtido pela ação e o lugar onde foi desenvolvido o trabalho.

Percebemos que a investigação acerca do uso de aplicativos, listando seus usos, não é uma inovação, contudo, como essas ferramentas vão se diversificando e popularizando, acreditamos que seja pertinente tratarmos a respeito.

Souza e Leite (2013) selecionam cinco aplicativos úteis aos professores e estudantes. Apontou *apps* que abordem as temáticas de tabela periódica, geometria molecular, reações químicas e estruturas atômicas. Indica, além disso, a necessidade de mais estudos para que se desenvolvam utilitários de outros temas dentro da ciência em questão.

Nichele e Schlemmer (2014) realizam um levantamento acerca de dez aplicativos como uma proposta para professores de Química utilizarem em suas salas de aula. Para isso, listam dez aplicativos que abordam os conteúdos de Tabela Periódica e Estruturas químicas de uma forma lúdica e educativa.

Percebe-se a mesma intenção de realizar um levantamento de aplicativos que amparem o docente de Química no trabalho de Leite (2015). Além de indicar perspectivas do ensino de Química, pontuar metodologias e teorias pedagógicas, o autor se preocupou em fazer menção a utilitários que abordem os conteúdos de Química, concentrando-se nas temáticas e Tabela Periódica, Propriedades dos materiais e Química Orgânica.

Um levantamento de aplicativos que possuem relevância para a realização de uma transposição didática eficaz também é realizado por Carvalho (2017). O trabalho analisa 90 aplicativos com potencial para o uso em sala de aula, abrangendo os mais diversos conteúdos como Química Orgânica, Química Inorgânica, Propriedades dos materiais etc. O autor sugere que a maioria dos aplicativos disponíveis podem provocar aprendizagem, pois são elaborados em uma arquitetura favorável

à sua utilização pelo docente em sala de aula ou individualmente pelos estudantes (*mobile learning*).

Crisóstomo *et al.* (2018) também realiza um trabalho semelhante ao relatado anteriormente, tendo como conteúdo selecionado a tabela periódica. Além de realizar a busca e indicação dos *apps*, o autor realizou um estudo acerca das características dos aplicativos disponíveis, indicando que a maioria dos utilitários possuem um caráter racionalista e interacionista. Além disso, menciona que os aplicativos revelaram excelente grau de satisfação com base nos relatórios gerados pela plataforma Google Play, utilizando para isso a escala de Linkert.

Greszczyszyn, Monteiro e Camargo Filho (2016), por sua vez, levantam importantes discussões sobre o uso de *smartphones* no ensino de Química ao mesmo tempo em que elencam os resultados obtidos em sua pesquisa de 2012 a 2016 a respeito do quantitativo de aplicativos aplicáveis ao ensino da citada disciplina. Para isso, tratam da contextualização do uso dos aparelhos inteligentes, cada vez mais frequentemente usados por alunos e docentes. Nesse sentido, considera-se valioso explorar esse recurso no sentido de promover aprendizagem ao ampliar os espaços e possibilidades de aprendizagem. De acordo com os autores, o *mobile learning* pode levar educação de qualidade mesmo a indivíduos que teriam acesso muito limitado a informações devido a questões geográficas, culturais, sociais etc.

Nesse sentido, com o intuito de contribuir com material acadêmico que discuta a utilização dos *smartphones* para promoção de aprendizagem em Química, os autores se propõem a quantificar e analisar os dados acerca dos aplicativos disponíveis na App Store®, Google Play® e Free and Open Source Software (FOSS®) que possam ser utilizados para fins pedagógicos.

A pesquisa considera *apps* desenvolvidos no intervalo de 2012 a 2016, sendo que, como o artigo foi publicado neste ano, os dados de 2016 se referem ao período de janeiro a junho, podendo ser considerado para efeitos de quantificação. Percebeu-se que o idioma da maioria dos aplicativos disponíveis é o inglês, e as versões disponíveis são pagas ou gratuitas com as funcionalidades reduzidas. No entanto, percebe-se um crescimento no desenvolvimento e disponibilização de aplicativos voltados ao ensino de Química.

Alguns trabalhos descrevem a criação e funcionalidade de aplicativos para o ensino de Química. Cita-se o uso de programas de uso comum como o Geogebra, utilizado para o ensino de Matemática como uma ferramenta para o ensino de Geometrias moleculares (ORTIZ; PESSOA; DORNELES, 2018). Percebe-se a interação com professores da citada ciência para o desenvolvimento, estimulando-os a criar *apps* (SILVA; SILVA; SILVA, 2015).

Em outros trabalhos, percebe-se um relato da criação e descrição das funcionalidades de aplicativos desenvolvidos pelos pesquisadores e voltados para a mencionada área (SCOTTA *et al.*, 2014; JONES; SPICHKOVA; SPENCER, 2018). Em alguns artigos, notou-se a relevante preocupação dos pesquisadores na criação de aplicativos que possam ser utilizados por pessoas com algum tipo de deficiência (VAZ; RAMOS; ALMEIDA, 2016; FAGUNDES *et al.*, 2018).

Todos os materiais analisados apresentam aplicativos propondo seu uso, cabendo a sua aplicação e relato de sala de aula a um trabalho posterior.

Dada a relevância dos trabalhos mencionados, percebe-se a abrangência e a potencialidade desses dispositivos tecnológicos enquanto recurso pedagógico a ser explorado. Percebe-se, por outro lado, que, apesar de indicarem aplicativos, nenhum dos autores aponta uma metodologia específica para que seja trabalhado o material pedagógico, deixando o professor livre para fazer essa escolha.

Dumke e Fernandes (2016) utilizaram um aplicativo para o estudo de geometrias moleculares com estudantes da primeira série do Ensino Médio. Segundo os autores, houve retenção de conteúdo, uma vez que os estudantes conseguiram reproduzir corretamente o que foi abordado durante uma avaliação.

Utilizando o aplicativo *Whatsapp*, rede social utilizada para comunicação, Almeida (2015) realizou um estudo com alunos da primeira etapa da Educação de Jovens e Adultos. Trabalhando temáticas como propriedades dos materiais, energias e química ambiental, percebeu um elevado grau de comprometimento dos estudantes com as atividades, melhora na compreensão dos estudantes dos conteúdos de Química e ampliação do espaço e tempo de aprendizagem, o que pode ser muito importante para estudantes trabalhadores.

Em uma escola do município de Ji-Paraná (RO), Stein *et al.* (2019) fizeram uso do aplicativo “Moléculas”, uma ferramenta para a aprendizagem de geometria molecular. Foi percebido como resultado um aumento na motivação dos alunos em relação à disciplina de Química.

Outros trabalhos mencionam a importância de se trabalhar com *apps* no ensino de Química, dado a sua função lúdica e assim facilitam o aprendizado (ROCHA, 2018; XAVIER *et al.*, 2018).

Por meio da proposta da utilização de aplicativos de jogos para melhor compreensão em Química, o trabalho apresentado por Scotta *et al.* (2014) foi realizado com estudantes do último ano do Ensino Fundamental de uma escola pública, e os autores perceberam uma melhora na utilização de aplicativos pelos estudantes para a sua aprendizagem.

Em alguns trabalhos, percebemos que essa questão tem repercutido, uma vez que se mencionam os aplicativos utilizados nos trabalhos, mas não a metodologia (DUMKE; FERNANDES, 2016; STEIN *et al.*, 2019). Esse fato curioso se dá pela aparente crença de que o aplicativo, por si só, será fato gerador de aprendizagem, o que claramente não corresponde à realidade.

Sabemos que, ao utilizarmos qualquer material pedagógico, devemos conhecer a realidade do público para o qual estamos apresentando essa ferramenta para verificar a melhor metodologia e a viabilidade do processo. Do contrário, podemos conseguir resultados insípidos, como a não participação de todos os integrantes da turma, seja por falta de interesse ou de habilidades para manusear o aplicativo selecionado, como foi percebido por Soares, Cruz e Cruz (2018).

Ao usar a metodologia ativa Game-Based-Learning (GBL), uma estratégia pautada no uso colaborativo de um jogo virtual para a melhor aprendizagem de qualquer conteúdo, Rocha *et al.* (2017) faz uso do AbaQuim, um *app* para Android voltado para a compreensão de Distribuição Eletrônica com estudantes do Ensino Médio. Os autores mencionam que houve melhora na aprendizagem do conteúdo, o que pode ser confirmado com a verificação e comparação entre os resultados de pré e pós teste, onde cerca de 70% dos estudantes apresentaram resultados melhores e nenhum deles apresentou resultado pior após o uso do *app*.

Existem iniciativas de uso de aplicativos no Ensino Superior (NORA; FEIJÓ; HELLWIG, 2018; LIMA, 2017; MORCH, 2015; RANGA, 2018; YANG, 2018). Em comum, elas denotam um aumento na interação durante as aulas, apresentando dados relacionados ao comportamento.

Lima *et al.* (2019) realizaram um trabalho bem interessante. Os autores aplicaram a metodologia Game-Based-Learning com estudantes do Ensino Médio e do Ensino Superior, tendo como temática a nomenclatura da Química Orgânica. Por meio da utilização de pré e pós teste, pôde-se evidenciar um aumento no desempenho dos estudantes que utilizaram a ferramenta, quando em comparação com os que não utilizaram. Além disso, devido à função lúdica do material, houve aumento na motivação dos estudantes.

Em relação aos referenciais que abordam trabalhos realizados com estudantes do Ensino Superior, notamos a preocupação comum de que o aplicativo utilizado ou a metodologia selecionada, além de garantirem a aprendizagem e aumentarem a motivação dos estudantes, forneçam *feedback* ao professor quanto à aprendizagem do estudante, demonstrando um processo mais centrado no aluno e em sua retenção de conteúdo.

Aplicativos para o ensino de Química

Considerando que, para funcionarem corretamente, os aplicativos precisam funcionar em um sistema operacional específico para o qual foram desenvolvidos, consideramos relevante deter informações sobre as plataformas mais utilizadas para esse fim.

De acordo com a revista TudoCelular (2015), 96,3% do mercado mundial de *smartphones* pertenciam aos sistemas operacionais IOS ou Android. De acordo com Almeida *et al.* (2014), existe uma quase equivalência de usuários dos SO's mencionados anteriormente em se tratando de escala global, mas, quanto ao mercado brasileiro, o SO mais utilizado é o Android. Para o autor, isso se dá em virtude da facilidade de desenvolvimento de aplicativos, boa usabilidade e reduzido custo dos aparelhos, quando comparados aos vendidos pela Apple.

Respeitando a realidade nacional, nossa busca se pautou em realizar o levantamento de aplicativos disponíveis na plataforma Google

Play Store (a loja do Google para aplicativos Android). É importante pontuar que não foi fácil fazer a busca, pois o sistema de pesquisa da plataforma traz aplicativos que tangenciam ou não se relacionam com as palavras-chave utilizadas na busca. Além disso, não foi possível fazer um levantamento quantitativo de aplicativos existentes na plataforma para a busca realizada porque a loja do Google traz, no máximo, 250 aplicativos e não dispõe de ferramenta de contagem.

Como critérios de seleção, adotamos os fatos de o aplicativo ser gratuito, de estar disponível em língua portuguesa (ou não necessitar de tradução para uso imediato), de apresentar o conteúdo de forma eficaz e de funcionar *off line*.

Utilizando os critérios anteriormente mencionados, selecionamos 23 aplicativos que possam ser utilizados por professores de Química do Ensino Médio e/ou do Ensino Superior, a depender do conteúdo e aprofundamento.

O primeiro aplicativo selecionado, denominado “Química completa”, apresenta uma série de conteúdos abordados no Ensino Médio, categorizados como “Química Geral”, “Físico-Química” e “Química Orgânica”. Trata-se de um aplicativo vinculado a um banco de dados que oferece ao usuário as informações sobre os mais variados conteúdos, tornando a experiência semelhante à de manipular um livro digital.

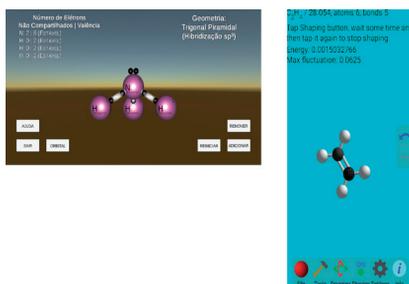
Figura 1 – Tela do aplicativo Química Completa



Fonte: Disponível na *app* baixado na plataforma Google Play.

O segundo e terceiro aplicativos selecionados têm como características possibilitarem ao usuário a construção de moléculas e visualização de suas características como geometria, ângulo de ligação, hibridização etc. Chamam-se “Molecular Constructor” (disponível em inglês, oferecendo mais recursos) e Geometria Molecular (em língua portuguesa).

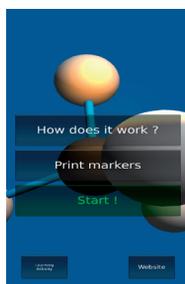
Figura 2 – Tela dos aplicativos Geometria molecular e Molecular Constructor



Fonte: Disponível no *app* baixado na plataforma Google Play.

O aplicativo “Geometrie des molècules”, por sua vez, tem a mesma proposta de apresentar e analisar as moléculas, observando sua geometria e, conseqüentemente, suas propriedades pelo uso de realidade aumentada. O idioma é o inglês, o que não representa entrave para a sua utilização, uma vez que, após baixados e impressos os cartões que servirão como marcadores para que se apresentem as estruturas em 3D, basta posicionar a câmera do *smartphone* para o marcador e clicar em “start”.

Figura 3 – Tela do aplicativo Geometrie des molècules



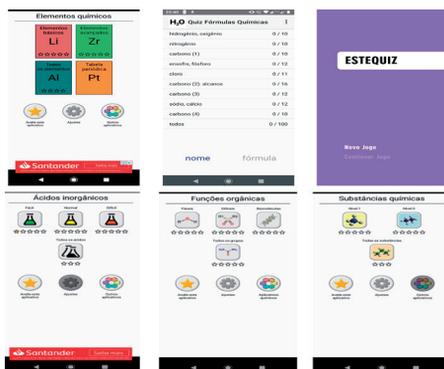
Fonte: Disponível no *app* baixado na plataforma Google Play.

Ao realizarmos nossa busca, observamos uma grande quantidade e variedade de aplicativos voltados ao estudo de geometrias moleculares, em diferentes idiomas. Acreditamos que o fato esteja relacionado à necessidade de abstração para a compreensão da temática por parte dos estudantes e da simplicidade na criação dos utilitários, pois demandam poucas funções. No entanto, afirmamos que o desenvolvimento, publicização e utilização desses recursos em sala de aula são importantes, pois aproximam o estudante de representações úteis para a realização de uma transposição didática eficiente.

Por meio das buscas feitas, notamos a presença de grande quantidade de aplicativos no formato de jogos de perguntas e respostas (*quiz*). Entendemos que esse tipo de jogo tem função lúdica e pedagógica para o estudante, pois motiva para a participação e estimula a aproximação com o conteúdo em questão.

São também aplicativos com esse formato: o “Ácidos inorgânicos”, que trata da nomenclatura de ácidos e seus íons; o “Funções Orgânicas em Química – o teste”, que aborda a identificação das classes funcionais presentes em diferentes compostos; o “Substâncias Químicas”, que trabalha com a nomenclatura de diferentes compostos químicos; e, por fim, o “Elementos químicos – o teste”, *app* que testa o conhecimento do usuário em nomenclatura e propriedades dos elementos químicos. O “Quiz – Formulas Químicas” também explora a nomenclatura de substâncias e espécies químicas, enquanto o “EsteQuiz” testa a aprendizagem do conteúdo de estequiometria.

Figura 4 – Tela dos aplicativos de *quiz* selecionados para análise



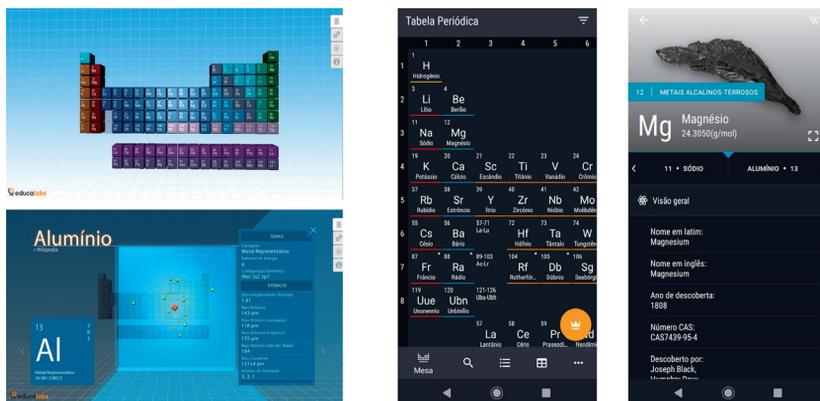
Fonte: Disponível no *app* baixado na plataforma Google Play.

Os aplicativos no formato de jogos de perguntas e respostas possuem enorme versatilidade, adequando-se a todos os conteúdos. Além disso, todos os *apps* mencionados apresentam, de alguma forma, o *feedback* ao usuário, oferecendo uma oportunidade de aprendizagem autônoma. Apesar do exposto, os usuários mencionaram sentir falta de algum espaço destinado ao conteúdo como uma prévia para a bateria de questões presentes no utilitário.

Com esse tipo de utilitário, o estudante pode reforçar conteúdos apresentados pelo professor em sala de aula ou ainda pelo docente como um *feedback* da aprendizagem dos alunos, podendo orientar melhor a sua aula com base nas dificuldades identificadas.

Considerando a tabela periódica como um conteúdo central para a compreensão de muitos aspectos da Química, selecionamos três aplicativos que podem ser úteis no ensino desse conteúdo. Os dois primeiros, intitulados “Tabela periódica”, apresentam uma tabela periódica interativa, em língua portuguesa, com diversas informações sobre os aplicativos, como propriedades físicas, configuração eletrônica, propriedades atômicas, espectros de emissão, histórico e abundância. Como se pode perceber, são aplicativos riquíssimos em conteúdo e o apresentam de uma forma clara e interessante. Além disso, o aspecto visual dos utilitários é um destaque, porque realmente prende a atenção do usuário.

Figura 5 – Tela dos aplicativos que abordam o conteúdo de Tabela Periódica



Fonte: Disponível no *app* baixado na plataforma Google Play.

Outro *app* que também aborda a temática da tabela periódica é o “Fórmulas – Química”. Além de dispor de uma tabela periódica interativa, também aborda o conteúdo de diversas áreas da Química.

Figura 6 – Tela do aplicativo Fórmulas – Química

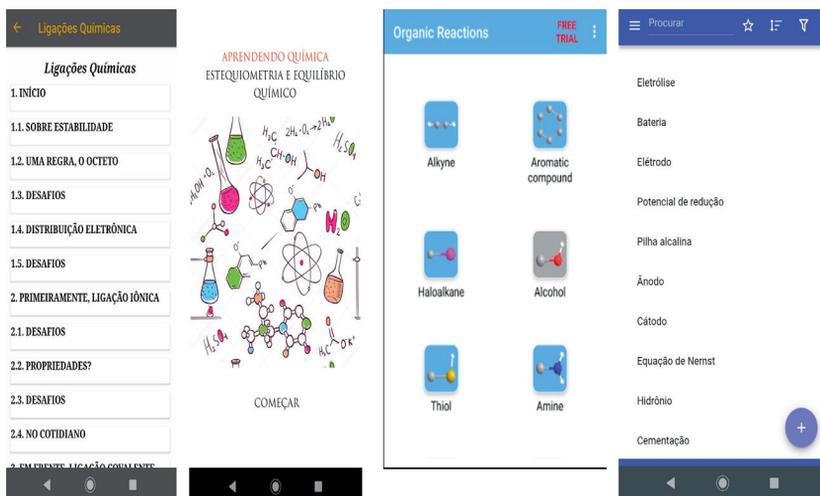


Fonte: Disponível no *app* baixado na plataforma Google Play.

Apropriar-se de tabelas periódicas virtuais e interativas é uma forma muito estimulante de apresentar o conteúdo aos estudantes. O recurso pode ser utilizado em diversas propostas, levando-se em conta que é imprescindível, em todas elas, estimular a descoberta por parte do estudante, pois sabemos que a aprendizagem ativa gera aprendizagem significativa (BACICH; MORAN, 2018).

Aplicativos no formato de biblioteca virtual, que funcionam como fonte de informação para os estudantes também foram observados em nossa busca. Tratando de temáticas como ligações químicas (*app* “Ligações Químicas”), estequiometria e equilíbrio químico (*app* “Aprendendo Química”), isomeria (*app* “Organic Reactions”) ou eletroquímica (*app* “Eletroquímica”), temos vários exemplos dessa classe de aplicativos. Alguns dispõem de testes que podem ser realizados ao final de cada tópico.

Figura 7 – Tela dos aplicativos no formato “biblioteca virtual”

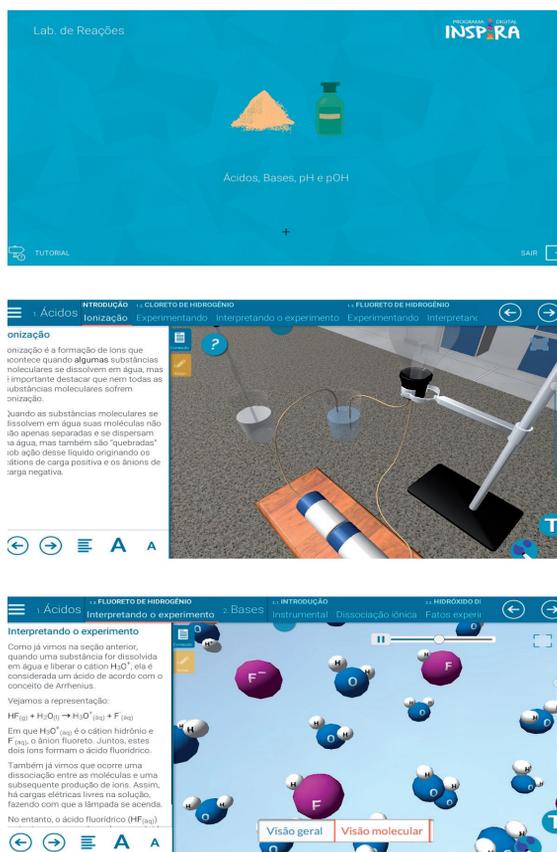


Fonte: Disponível no *app* baixado na plataforma Google Play.

Apesar da fonte de pesquisa empregada por alguns desenvolvedores, acreditamos que esse tipo de utilitário pode funcionar como um guia rápido, disponibilizando aos estudantes informações claras e diretas sobre conteúdos distintos. No entanto, para potencializar a aprendizagem, é importante que esses aplicativos possam ser utilizados em atividades em sala de aula como fontes de consulta na ausência de internet ou livros didáticos que abordem o assunto, utilizando metodologias integradoras do conhecimento, como a construção de mapas conceituais, por exemplo.

Reconhecemos a relevância da experimentação no ensino de Química, no entanto a realidade de muitas escolas não permite que os experimentos aconteçam. É nessa perspectiva que os aplicativos que simulam atividades laboratoriais têm a sua importância. Nesse contexto, encontramos o *app* “Laboratório de Reações”, que disponibiliza uma sequência realizada em um roteiro de atividade experimental, abordando os aspectos macroscópicos, microscópicos e simbólicos dos fenômenos ligados à ionização de ácidos e bases e as consequências dos resultados obtidos.

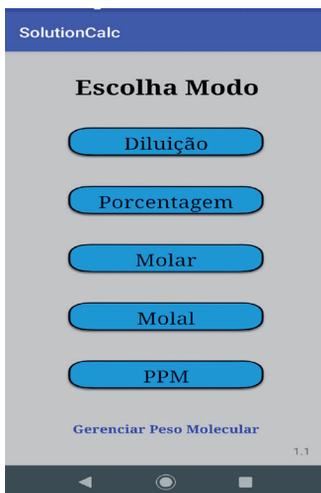
Figura 8 – Telas do aplicativo Laboratório de Reações



Fonte: Disponível no *app* baixado na plataforma Google Play.

Ainda em se tratando de laboratório, “Solution Calc” é um aplicativo desenvolvido em língua portuguesa (apesar do seu nome em inglês), para agilizar cálculos envolvendo soluções. Esse *app* pode ser importante no processo de mediação pedagógica quando os estudantes estão tendo contato com o conteúdo de soluções ou, ainda, quando, em uma atividade laboratorial, demandam agilidade, mas consideramos que seu uso não deve sobrepor-se à aquisição de habilidades de raciocínio necessárias ao cálculo de concentrações em soluções.

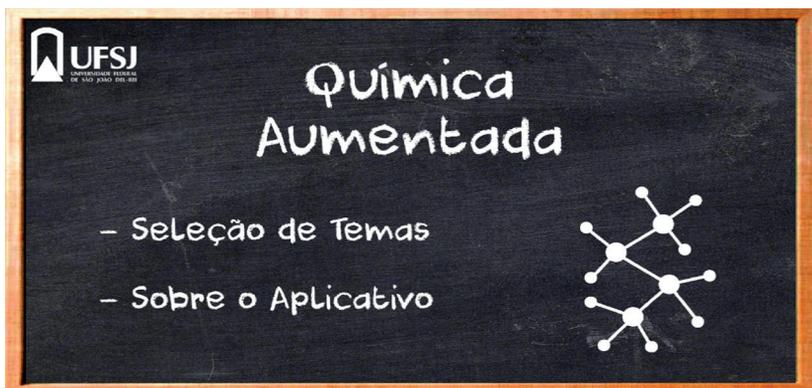
Figura 9 – Tela do aplicativo Solution Calc



Fonte: Disponível no *app* baixado na plataforma Google Play.

O *app* “Química Aumentada” aborda os conceitos de isomeria, apresentando alguma informação na forma de texto sobre o conteúdo e possuindo modelos em realidade aumentada para a melhor compreensão dos fenômenos.

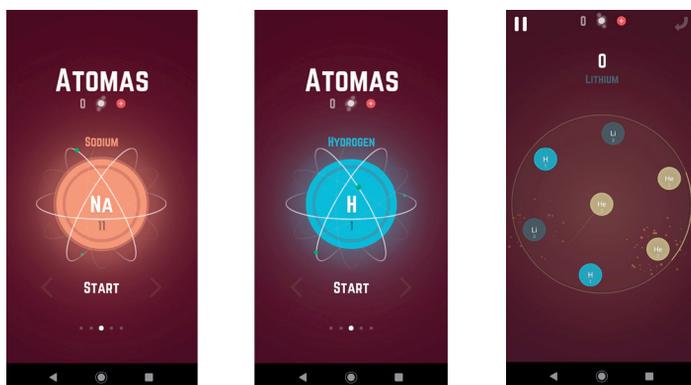
Figura 10 – Tela do aplicativo Química Aumentada



Fonte: Disponível no *app* baixado na plataforma Google Play.

O jogo “Atomas” é um aplicativo desenvolvido em língua inglesa, dentro do contexto da Química Nuclear, pois, para se ganhar pontos no *game*, devem-se fundir elementos químicos. O jogo não aborda diretamente, por meio de texto, vídeo ou imagem, o conteúdo de Química Nuclear, ficando este implícito no jogo. Dessa forma, sobressai-se a função lúdica em vez da pedagógica, servindo como gatilho para que o professor explore o saber adquirido e auxilie na construção do conhecimento por parte do aluno.

Figura 11 – Telas do aplicativo Atomas



Fonte: Disponível no *app* baixado na plataforma Google Play.

Os aplicativos acima mencionados são passíveis de utilização dentro do contexto do Ensino Fundamental, Médio ou Superior, dependendo do conteúdo e abordagem utilizada. Os próximos dois utilitários citados têm seu uso mais bem explorado no Ensino Superior, pois os conteúdos abordados fazem parte da matriz curricular dos cursos que possuem a disciplina de Química Orgânica.

Utilizando um modelo que permite a autoaprendizagem, o *app* “Mechanism”, desenvolvido em língua inglesa, elenca os principais mecanismos de reação da química orgânica, trabalhando fenômenos como a ressonância e a ocorrência de ligações. Para tanto, utiliza gráficos interessantes e jogabilidade ótima. Além disso, dispõe de um tutorial que esclarece qualquer dúvida na manipulação das ferramentas do aplicativo.

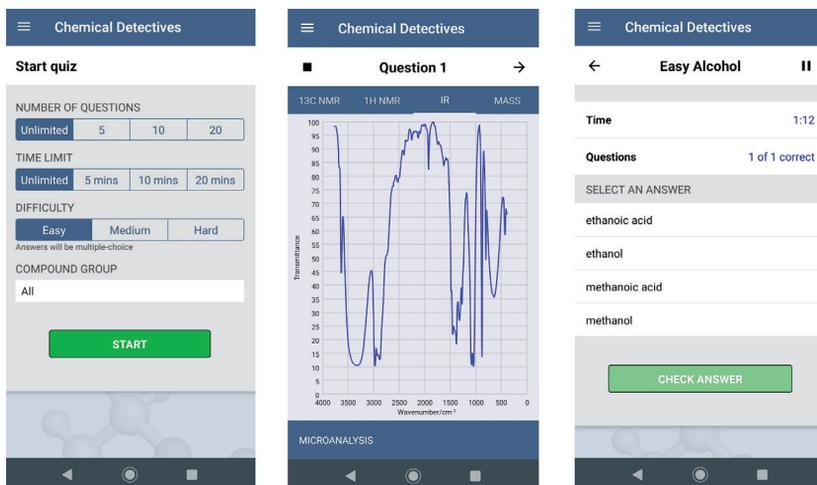
Figura 12 – Tela do aplicativo Mechanisms



Fonte: Disponível no *app* baixado na plataforma Google Play.

O aplicativo denominado “Chemical Detectives” funciona como um jogo que apresenta os gráficos de RMN (com carbono 13 e Hidrogênio 1), IR, Espectroscopia de Massas. O usuário deve relacioná-lo com alguma das moléculas apresentadas nas opções disponíveis por meio de um jogo de perguntas e respostas no formato múltipla escolha.

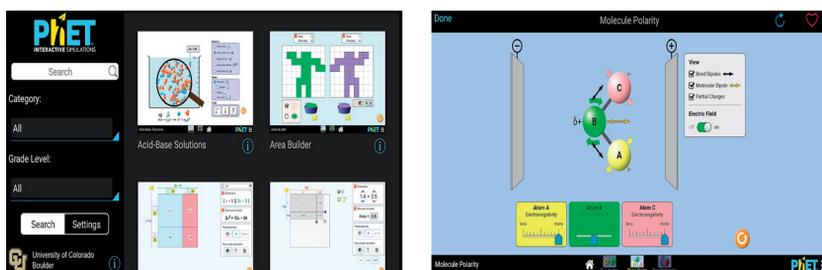
Figura 13 – Telas do aplicativo Chemical Detectives



Fonte: Disponível no *app* baixado na plataforma Google Play.

O último aplicativo listado nesta seleção, o “PHET Simulations”, apresenta-se como um repositório de simulações para as disciplinas de Biologia, Física, Química ou Matemática. O aplicativo foi desenvolvido em língua inglesa e tem o custo de um (1) dólar norte-americano para a sua utilização, sendo, portanto, o único aplicativo pago listado por nós. Em relação a conteúdos químicos, o *app* aborda temáticas bastante variadas como polaridade de moléculas e de ligações, soluções, diluição, pH etc. Compreendemos o uso de simuladores como uma ferramenta pedagógica poderosa, pois pode aproximar os estudantes da melhor compreensão dos fenômenos estudados. Contudo, é importante ter cuidado com a abordagem utilizada, pois, uma vez que se trata de uma representação, ela não corresponde fielmente à realidade do fenômeno.

Figura 14 – Telas do aplicativo PHET Simulations



Fonte: Disponível no *app* baixado na plataforma Google Play.

Considerações finais

O ensino de Química frente às alterações sociais provocadas pela tecnologia e pelo seu uso é um grande desafio para docentes e pesquisadores da área, devido à necessidade de formação para os professores, às variadas possibilidades de utilização de dispositivos móveis e à diversidade de contextos sociais nos quais acontecerá a inserção desse material pedagógico.

Contudo, o emprego de aplicativos para o ensino de Química tem-se mostrado promissor, garantindo motivação, engajamento e aprendizagem nos estudantes que os utilizaram da forma adequada.

Nesse sentido, acreditamos que os *apps* listados neste trabalho podem contribuir grandemente para a melhora no ensino dos conteúdos de Química, superando a abstração e memorização como únicos mecanismos de aprendizagem da disciplina.

As perspectivas educacionais para o emprego dos aplicativos para dispositivos móveis são bastante amplas, dado a sua gama de conteúdos abordados e características. Contudo, acreditamos que um bom uso dessa ferramenta envolve a utilização de metodologias ativas, que estimulem o estudante a ser protagonista no processo de construção da sua aprendizagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, G. J. *Emprego do aplicativo Whatsapp no ensino de Química*. 2015. Monografia (Licenciatura em Química) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

ALMEIDA, I. P.; ASSUNÇÃO, L. R.; SIMÕES, T. L.; LIMA, J. F. Visão sobre os dispositivos e sistemas operacionais móveis. In: SIMPOSIO DE INFORMÁTICA, 8., 2014, Januária/MG. *Anais [...]*. Januária/MG: IFNMG, 2014. Disponível em: <http://200.131.5.234/ojs/index.php/anaisviiiisimposio/article/view/45/32>. Acesso em: 2 jun. 2019.

ALVES, J. P. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 17, n. 2, p. 44-58, 2000.

BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M. (org.). *Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação*. Porto Alegre: Penso, 2015.

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

BROWN, T.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. *Química: a ciência central*. 13. ed. Prentice-Hall, 2016.

CARVALHO, L. L. *Conteúdos de Química nos aplicativos livres do Google Play*. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande/PB, 2017.

CRISÓSTOMO, L. C. S.; MARINHO, M. M.; MARINHO, G. S.; MARINHO, E. S.; Mobile learning: avaliação e seleção de um aplicativo para o ensino de elementos químicos. *Revista Internacional Interdisciplinar*, v. 7, n. 1. p. 1-10, 2018.

CUNHA, J. H.; JUNGES, F. Avaliação da motivação para a aprendizagem através da utilização de jogos no smartphone em Química. In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 10., 2018, Santana do Livramento/RS. *Anais [...]*. Santana do Livramento/RS: Universidade Federal do Pampa, 2018.

DUMKE, C.; FERNANDES, S. C. Aplicativo para estudo de geometrias moleculares no ensino de Química para alunos do 1º ano do técnico integrado em informática. In: SEMANA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO. INSTITUTO FEDERAL CATARINENSE, 1., 2016, Araquari/SC. *Anais [...]*. Araquari/SC: IFC, 2016. Disponível em: <http://eventos.ifc.edu.br/sepe/wp-content/uploads/sites/22/2016/12/APLICATIVO-PARA-ESTUDO-DE-GEOMETRIAS-MOLECULARES-NO-ENSINO-DE-QUIMICA-PARA-ALUNOS-DO-PRIMEIRO-ANO-DO-TECNICO-INTEGRADO-EM-INFORMATICA.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2019.

FAGUNDES, V. C. F.; FAGUNDES, C. F.; ANSANI, V. L.; CARLOS, E. A.; SANTOS, M. Desenvolvimento de aplicativo para a transcrição de fórmulas e equações químicas da escrita à tinta para o Braille. *Revista Illuminart*, Ano XI, n. 16, 2018.

GRESCZYSCZYN, M. C. C.; MONTEIRO, E. L.; CAMARGO FILHO, P. S. *Aplicativos para o ensino de Química*: integração do ensino de Química com aplicativos educacionais para smartphone. Trabalho apresentado no V Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa/PR, 2016.

JONES, O. A.; SPICHKOVA, M.; SPENCER, M. J. S. Chirality-2: development of a multilevel mobile gaming app to support the teaching of introductory undergraduate-level Organic Chemistry. *Journal of Chemical Education*, v. 95, 2018.

LALUEZA, J. L.; CRESPO, I.; CAMPS, S. As tecnologias da informação e da comunicação e os processos de desenvolvimento e socialização. In: COLL, C.; MONEREO, C. (org.). *Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação* Porto Alegre: Artmed, 2010.

LEITE, B. S. *Tecnologias no ensino de Química: teoria e prática na formação docente*. Curitiba: Appris, 2015.

LIMA, G. H. *O uso do aplicativo Nearpod como recurso pedagógico no processo de ensino aprendizagem no ensino superior*. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2017.

LIMA, M. A. S.; MONTEIRO, A. C.; LEITE JÚNIOR, A. J. M.; MATOS, I. S. A.; ALEXANDRE, F. S. O.; NOBRE, D. J.; MONTEIRO, A. J.; SILVA JÚNIOR, J. N. Game-Based application for helping students review Chemical Nomenclature in a fun way. *Journal of Chemical Education*, v. 96, n. 4, p. 801-805, 2019.

MACHADO, P. F. L.; MÓL, G. S. Experimentando Química com segurança. *Química Nova na Escola*, n. 27, 2008.

MORSCH, L. A.; LEWIS, M. Engaging organic chemistry students using ChemDraw for iPad. *Journal of Chemical Education*, v. 92, n. 8, 1402-1405, 2015.

NICHELE, A. G.; SCHLEMMER, E. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, v. 12, n. 2, p. 1-9, 2014.

NORA, F. M. D.; FEIJÓ, A. L. R.; HELLWIG, F. M. Uso de smart-phone como complementação do ensino em Química. In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 10., 2018, Santana do Livramento/RS. *Anais [...]*. Santana do Livramento/RS: Universidade Federal do Pampa, 2018.

OLIVEIRA, M. S. C.; ALBUQUERQUE, V. R. P.; TAVARES, C. D. A.; SOUZA, M. J. F. Aplicação do jogo Chemical Deck em aulas de

Química. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA, 16., 2018, Rio de Janeiro. *Anais [...]*. Rio de Janeiro: SIMPEQUI, 2018.

ORTIZ, J. O. S.; PESSOA, W. D.; DORNELES, A. M. Uso de recursos digitais 3D no ensino de Química: as potencialidades do Geogebra®. *Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade*, v. 4, ed. especial, artigo 710, p. 1-9, 2018.

RANGA, J. C. Multipurpose use of explain everything ipad app for teaching chemistry courses. *Journal of Chemical Education*, v. 95, n. 5, p. 895-898, 2018.

RIBEIRO, N. M.; NUNES, C. R. Análise de pigmentos de pimentões por cromatografia em papel. *Química Nova na Escola*, n. 29, p. 34-37, 2008.

ROCHA, F. B. S.; ROCHA, D. P.; MONÇÃO, N. B. N.; FARIAS, K. M.; BEZERRA NETO, R. P.; COSTA, J. G. C.; LIMA, B. A. L.; SANTANA, A. M. AbaQuim: um jogo educativo para auxílio na aprendizagem de distribuição eletrônica. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 28., CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 6., 2017, Recife. *Anais [...]*. Recife, 2017.

ROCHA, R. F. da. *Utilização de um aplicativo como ferramenta educacional para o ensino de Química*. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

SCOTTA, A.; HÜTTNER, V.; MACHADO, K. S.; PINTO, I.; COUTO, Z.; ESPÍNDOLA, D. B. Uma aplicação da realidade aumentada em laboratórios mistos para o ensino de Química. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 3., 2014, Rio Grande/RS. *Anais [...]*. Rio Grande/RS: FURG, 2014.

SILVA, P. F.; SILVA, T. P.; SILVA, G. N. Studylab: construção e avaliação de um aplicativo para auxiliar o ensino de Química por professores da educação básica. *Revista Tecnologias na Educação*, Ano 7, n. 13, p. 1-11, 2015.

SOARES, L. F.; LIMA, M. A. L.; COTO, A. K. C.; SILVA, K. C.; SAMPAIO, C. G.; GOMES, F. H. F. Análise e água: uma aborgem CTSA à luz dos documentos oficiais norteadores da prática docente no Brasil. *In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO*, 7., 2012, Palmas. *Anais [...]*. Palmas, 2012.

SOARES, M. A. G.; CRUZ, S. M. S.; CRUZ, F. A. O. *Applets, apps e Química: a busca de ferramentas para a construção do conhecimento*. [S. l.]: CIET/EnPED, maio 2018. Disponível em: <http://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/78>. Acesso em: 5 jul. 2019.

SOUSA, T. P.; COSTA, M. G. A.; VERAS, E. Y. F.; GOMES, R. O. A. Perfil químico: um recurso pedagógico no ensino de Química. *In: SOUSA, A. A.; GOMES, R. O. A. (org.). Formação de professores: as experiências de iniciação à docência no IFCE*. Fortaleza: Edições UFC, 2012.

SOUSA, T. P.; GOMES, R. O. A. Jogos lúdicos: recursos didáticos para o ensino de Química. *Conexões Ciência e Tecnologia*, v. 7, n. 3, p. 44-52, 2013.

SOUZA, Q. S.; LEITE, B. S. Perspectivas dos aplicativos Android para o ensino de Química. *In: JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO*, 12., 2013, Recife. *Anais [...]*. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2013.

STEIN, S. J.; STEIN, S. J.; TOLEDO, I. S.; DA SILVA, J. A.; ZAN, R. A. Proposta para a utilização de um aplicativo no ensino de Química para alunos do ensino médio integrado ao técnico em química. *Scientia Naturalis*, v. 1, n. 4, 2019.

TUDOCELULAR. Android e IOS detêm 96,3% do mercado mundial de smartphones. 2015. Disponível em: <https://www.tudocelular.com/android/noticias/n50237/android-ios-96-3-mercado-mundial-smartphones.html>. Acesso em: 1 jul. 2019.

ULIANO, K. C. *Tecnologia digital de informação e comunicação (TDIC) na educação: aplicativos e o mundo tecnológico no contexto*

escolar. 2016. 50 f. Monografia (Especialista em Educação na Cultura Digital) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

VALENTE, J. A. *et al.* *O computador na sociedade do conhecimento*. Brasília/DF: MEC/SEED, 1999. (Coleção Informática para a Mudança na Educação).

VAZ, P. T.; RAMOS, A. A.; ALMEIDA, S. S. L. Aplicativo de quiz sobre Química Inorgânica acessível a pessoas com deficiência visual: QuiSalino. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO*, 5., 2016, Uberlândia. *Anais* [...]. Uberlândia, 2016.

XAVIER, J. L.; BARRETO, G. S. N.; SANTOS, J. D.; MESQUITA, N. A. S.; SILVA, N. A. Química e tecnologia: um aplicativo para a abordagem dos conteúdos de ácidos e bases no ensino médio. *Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico*, v. 4, p. 666-687, 2018.

YANG, S.; MEI, B.; YUE, X. Mobile augmented reality assisted chemical education: insights from elements 4D. *Journal of Chemical Education*, v. 95, n. 6, p. 1060-1062, 2018.

O ENSINO E A APRENDIZAGEM EM QUÍMICA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA PERSPECTIVA CTSA: um estudo descritivo

*Rosângela Maria Adriano Carneiro*²⁸

*Isaias Batista Lima*²⁹

*Maria Elenir Nobre Pinho Ribeiro*³⁰

*Gisele Simone Lopes*³¹

Introdução

O meio ambiente é um tema em que a interdisciplinaridade e outras relações de disciplinaridade são inevitáveis, pois não cabe a uma disciplina ou a uma área do conhecimento a exclusividade de abordagem, tamanha a magnitude da questão ambiental. São inúmeros subtemas e diversas formas de compreender causas e efeitos e de projetar

²⁸ Licenciada em Química pela Universidade Estadual do Ceará, Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Ceará, Especialização em Gestão da Educação Pública pela Universidade Federal de Juiz de Fora, Professora efetiva da rede estadual do Ceará. E-mail: aquiraz2012@gmail.com

²⁹ Bacharel e Licenciado em Filosofia, Especialista em Filosofia Política pela Universidade Estadual do Ceará, Mestre e Doutor em Educação pela Universidade Federal do Ceará, Professor Adjunto da Universidade Estadual do Ceará. E-mail: isaiasblima@yahoo.com.br

³⁰ Licenciada, Mestre e Doutora em Química pela Universidade Federal do Ceará, Professora da Universidade Federal do Ceará. E-mail: elenir.ribeiro@ufc.br

³¹ Bacharel, Mestre e Doutora em Química pela Universidade Federal de São Carlos, Professora Associada e Chefe do Departamento de Química Analítica e Físico-Química da Universidade Federal do Ceará. E-mail: gslopes@ufc.br

soluções. De acordo com a Lei de Diretrizes e Bases (BRASIL, 1996), é obrigatório o ensino de Educação Ambiental para todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente. Com base no capítulo VI, artigo 225 da Constituição Federal: “Todos têm o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Mas, para que isso aconteça, cada indivíduo deve reconhecer qual seu papel de cidadão. Desse modo, é sim dever da escola intervir, esclarecer, criar e ensinar a cuidar deste mundo. Atualmente há uma grande preocupação em entender a Química do Meio Ambiente e o seu objetivo de melhorar a qualidade de vida em nosso planeta.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs têm uma proposta curricular com os Temas Transversais sobre a Educação Ambiental (EA), que, em química, têm como fundamental importância efetivar o processo de ensinar-aprender para a compreensão dos problemas ambientais na comunidade local e no ambiente escolar.

A Química Ambiental pode abranger o tema ambiental, objetivando ampliar as informações dos estudantes sobre o meio ambiente e os seus problemas, proporcionando um diálogo entre os conteúdos científicos da Química e a questão ambiental da localidade na qual estão inseridos os estudantes. Segundo os PCNs (BRASIL, 2000, p. 26), a associação de temas “atuais” com o ensino de Química pode ser vista em questões que fazem parte de “processos que estão sendo intensamente vividos pela sociedade, pelas comunidades, pelas famílias, pelos alunos e educadores em seu cotidiano”. Nesse sentido, os PCNs destacam que:

O aprendizado de Química no ensino médio “[...] deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas”.

Dessa forma, os estudantes podem “[...] julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos” (BRASIL, 1999).

Por outro lado, na perspectiva da Gestão e da Avaliação da Educação Pública, os currículos, os programas de Ensino e as Tecnologias Educacionais podem contemplar a Educação Ambiental, haja vista que a escola, além de educar, é também responsável pela sociedade. E os gestores precisam assumir esse desafio de forma mais efetiva e conquistar maior adesão a esse tipo de causa, fundamental na formação humana, pois incute no aluno uma consciência crítica sobre os problemas do ambiente, auxiliando a criar uma educação preocupada não somente com o bem-estar individual, e sim coletivo.

Contudo, ainda é muito tímido o compromisso com a Educação Ambiental no contexto escolar, apesar de haver legislação em âmbito Federal, Estadual e Municipal, legitimando a Educação Ambiental como um componente essencial e permanente da educação nacional, presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não formal.

Das questões globais até o nível das comunidades locais, são inúmeros os problemas ambientais conhecidos, como o lixo gerado pela grande circulação de produtos, a poluição atmosférica, a contaminação das águas, entre outros. São identificados não só os problemas, mas, em geral, as causas, as consequências, as formas de preveni-los e ações de combate.

Entretanto, interesses políticos e econômicos prevalecem frente à responsabilidade com o meio ambiente. É muito incômodo perceber que muitas das instituições e das pessoas se limitam à constatação de tal realidade. Até mesmo as escolas, berços da educação, têm feito muito pouco nesse campo. O tema Meio Ambiente é explorado, geralmente, como um tópico do programa da disciplina de geografia, como tema de um projeto efêmero ou de outras maneiras que não promovem grandes efeitos e muito menos o caráter permanente de que a educação ambiental necessita.

Considerando o papel fundamental da escola nessa questão e, em especial, a força da escola pública ainda adormecida diante das necessidades de suas comunidades, fica óbvio que o profissional da educação deve assumir sua responsabilidade nesse contexto. A Educação Ambiental é muito importante, tanto quanto a preparação para o mercado de trabalho, a aprovação em concursos, a prática esportiva e a formação artística. Na verdade, o tema Meio Ambiente

pode ser trabalhado em todas essas atividades, e, certamente, as escolas têm potencial para fazê-lo.

Diante do exposto, é importante ressaltar que os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000) objetivam, entre outras coisas, que a educação desenvolva capacidades no “Sujeito Aprendiz” e que tais capacidades possam gerar atitudes como autonomia, análise e reflexão. Na formação do cidadão integral, é fundamental que o aprendiz seja alguém ativo em todas as etapas do processo. Outra importante orientação da Educação Nacional considera que os conteúdos devem ser trabalhados gerando comportamentos analíticos e reflexivos frente a determinadas problemáticas apresentadas nos conteúdos e presentes em seu contexto social.

Fica clara a necessidade de desenvolver a educação (não só a Educação Ambiental) por um processo no qual o professor não seja o centro, mas um animador do processo coletivo escolar, que possibilite uma relação construtiva com o educando, vendo o aluno como um ser que atua na realidade, que constrói conhecimento, não só usando o raciocínio, mas também a criatividade, seus talentos, sua intuição, seus sentimentos e suas emoções. É justo que se desenvolvam processos que tirem o aluno da passividade e que possibilitem trabalhos nas diferentes áreas do conhecimento.

Percebe-se que o estudo e a prática da Educação Ambiental são necessidades reais de qualquer sociedade. Diante de uma realidade educacional onde há precariedades diversas, os profissionais, os alunos, a família e o poder público pouco dialogam acerca do papel da formação da Educação Ambiental. Todavia, estudos e práticas como as que promovem a Educação Ambiental são contribuições bastante significativas para o desenvolvimento político, científico e socioeconômico dos indivíduos envolvidos e, por extensão, da sociedade na qual estão inseridos.

As contribuições podem ser evidenciadas, por exemplo, com a organização do planejamento curricular das aulas de Química, utilizando-se de temas geradores que envolvam problemas socioambientais e suas contradições frente à localidade em que vivem os estudantes. Essa abordagem facilitaria a compreensão dos fatos ocorridos no cotidiano

e a importância de se ter conhecimentos científicos de determinadas disciplinas no ensino formal, com a perspectiva de mudança de atitude desse estudante que venha a contribuir para uma sociedade melhor, obtendo a formação de jovens cidadãos conscientes e responsáveis com o meio ambiente.

O ensino CTSA

As propostas de ensino CTS/CTSA (Ciência Tecnologia Sociedade Ambiente) surgiram pelo agravamento dos problemas ambientais causados após a Segunda Guerra Mundial, com a tomada de consciência com relação às questões éticas, políticas e sociais, tendo por objetivo preparar os alunos para o exercício da cidadania por meio da abordagem dos conteúdos científicos no seu contexto social incorporando questões relativas aos aspectos econômicos e políticos da ciência (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Em relação à CTSA, pôde-se perceber que o conhecimento se constrói quando os alunos interagem entre si, com o professor, com o local em que vivem, com os órgãos administrativos da escola e da cidade; enfim com a sociedade em que se encontram. A participação ativa do aluno, apropriando-se do conhecimento investigado, discutido e compreendido, pode modificar a realidade em que vive, transforma os alunos em reais sujeitos da construção e da reconstrução do saber, ao lado do educador, igualmente sujeito do processo (FREIRE, 1996). Ainda nesse sentido, o contexto do Ensino de Ciências e Tecnologias integradas é considerado um campo interdisciplinar, onde o Ensino Ambiental permite uma integração ainda melhor.

A presente pesquisa justifica-se pela necessidade de verificarmos os conhecimentos construídos em Química e sua relação com a educação ambiental a partir do foco CTSA. Nesse sentido, a disciplina de Química proporciona aos alunos o entendimento da importância do saber ambiental, com a educação ambiental, que deve ser utilizado para propagar a ação humana na natureza, fornecendo subsídios para a consciência de preservação do meio ambiente, por meio da construção de um modo de vida sustentável.

Assim, este trabalho investigou o ensino e a aprendizagem em Química com foco na Educação Ambiental a partir da abordagem da educação CTSA; investigou a aplicação da abordagem educacional CTSA nas aulas de química, promovendo o diálogo deste componente curricular com a educação ambiental. O estudo foi realizado na Escola Estadual de Educação Profissional Darcy Ribeiro, do Município de Fortaleza, tendo como público alvo 37 estudantes do terceiro ano do Ensino Médio Técnico Integrado do curso de Paisagismo. Fez uso de aulas temáticas partindo de problemas ambientais da localidade dos estudantes e do entorno da escola, visando à possibilidade de os discentes compreenderem tanto os processos químicos em si, quanto à construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas. A pesquisa classifica-se como descritiva bibliográfica documental com estudo de campo. Utilizamos a abordagem indutiva e dedutiva com análise quali-quantitativa. A técnica de pesquisa utilizada foi um questionário fechado de investigação temática, outro de caráter socioeconômico dos sujeitos da pesquisa e de avaliação de aprendizagem em química a partir da abordagem pedagógica supracitada e sua relação com a educação ambiental, assim como uma entrevista com o objetivo de avaliar o uso da proposta CTSA. A pesquisa concluiu que o uso da abordagem CTSA nas aulas de química tem contribuição relevante para uma melhor compreensão do conteúdo e formação crítica dos estudantes em relação ao meio em que vivem.

Considerações finais

Nos últimos anos, os estudos em ensino de ciências têm expressado uma preocupação em possibilitar a construção de conhecimentos científicos que permitam ao indivíduo agir criticamente na sociedade, de modo a exercer plenamente a cidadania. Nesse sentido, o ensino de química não deve estar focado apenas nos conhecimentos químicos por si só, mas deve contribuir diretamente para a formação do cidadão. Essa ideia foi debatida amplamente no âmbito do ensino de ciências, em especial a partir do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e sua relação com a educação científica.

Dessa forma, uma possibilidade de contemplar na educação a preocupação expressa pelo movimento CTS é a utilização de sequências de ensino com foco na formação cidadã. Essas propostas didáticas, dentro de uma perspectiva Freireana, podem incorporar o contexto social dos estudantes com base em situações problematizadoras, a fim de tornar os conhecimentos significativos.

Assim, este trabalho oportunizou aos alunos refletirem sobre as questões sociais, econômicas, tecnológicas, ambientais, além das questões científicas, orientados por um tema sociocientífico articulado às questões regionais e do entorno da escola. A abordagem utilizada nessa pesquisa teve como intuito promover um ambiente de reflexão, uma inter-relação do movimento CTSA, dentro de um contexto de ensino, com a formação cidadã dos educandos, pois, nas pesquisas realizadas ao longo do projeto, acredita-se que essa forma de abordagem possa vir a contribuir para uma atividade na criação ou solução de problemas de ordem social e ambiental. Com isso, promoveu-se uma atitude crítica de alunos da 3ª série do Ensino Médio que, na perspectiva do processo ensino aprendizagem, vieram a construir conhecimentos que contribuíram para a formação no exercício da sua cidadania.

Foi possível abordar o conteúdo de funções oxigenadas de forma contextualizada, pautado em situações reais da vivência dos alunos com enfoque CTSA, evidenciando as relações conceituais entre os saberes populares vinculados e os saberes escolares como preconizava Paulo Freire. Reforça-se, assim, que o compromisso de buscar maneiras de abordar os conhecimentos oriundos da comunidade de sua escola e de conduzi-los para a sala de aula é de competência do professor.

Os alunos apresentaram grande interesse pelas atividades desenvolvidas, questionando que todos os conteúdos poderiam ser trabalhados daquela forma, pois assim teriam um conhecimento sobre o porquê e qual a importância do seu estudo. Algumas atividades foram mais prazerosas aos alunos por serem bem diferenciadas das atividades tradicionais realizadas por eles.

Nesse contexto, respondendo a questão de pesquisa que trata da potencialização das aulas de química pelo Enfoque CTSA e Paulo Freire, ficou evidente que a utilização de enfoques inovadores é fator de destaque

no processo de ensino e aprendizagem e, em particular, no funcionamento da educação CTSA. Com o desenvolvimento dessa sequência, evidenciou-se o desenvolvimento dos alunos ao discutir os problemas sociais e, ao mesmo tempo, aprender conteúdos químicos, incorporando-os ao seu cotidiano, vivenciando a realidade de sua região e sendo sujeitos ativos na construção de uma sociedade melhor.

Assim, ao final dos estudos, foi observado o quanto a interdisciplinaridade por meio das CTSA propiciou a relação entre o ensino de Química e a Educação Ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A CARTA da terra. Valores e princípios para um futuro sustentável. Centro de Defesa dos Direitos Humanos de Petrópolis. Petrópolis: Stamp, 2004.

ANDRADE, D. F. Implementação da educação ambiental em escolas: uma reflexão. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, v. 4, out./nov./dez. 2000.

AULER, D. Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): modalidades, problemas e perspectivas em sua implementação no ensino de Física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA NO ENSINO DE FÍSICA, 6., 1998, Florianópolis. *Atas [...]*. Florianópolis: SBF, 1998.

BACHELET, M. *Ingerência ecológica: direito ambiental em questão*. Tradução de Fernanda Oliveira. Rio de Janeiro: Instituto Piaget, 1995. p. 4.

BAZZO, W. A. *Ciência, tecnologia e sociedade: o contexto da educação tecnológica*. Florianópolis: UFSC, 1998.

BOFF, L. *A águia e a galinha*. Petrópolis: Vozes, 1997.

BRASIL. Lei 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 dez. 1996.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Programa Nacional de Educação Ambiental (Pronea)*. Brasília/DF: MMA, 2005.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais – ensino médio: bases legais*, Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: bases legais*, Brasília: Ministério da Educação, 2000.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. *A necessária renovação do ensino das Ciências*. São Paulo: Cortez, 2005.

CASCINO, F. *Educação ambiental: princípios, história e formação de professores*. 2. ed. São Paulo: Senac, 2000.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, n. 22, jan./abr. 2003.

CONSTRUINDO a Agenda 21 local. 2. ed. rev. e atual. Brasília: MMA, 2003.

CORDIOLLI, M. A transversalidade na formação de valores e padrões de conduta: notas para um debate conceitual. In: JORNADA DE EDUCAÇÃO NORTE/NORDESTE: Livro da Jornada, 3., 2001. *Anais [...]*. Curitiba: Futuro, 2001.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002.

FAZENDA, I. C. A. (org.). *O que é interdisciplinaridade*. São Paulo: Cortez, 2008.

FAZENDA, I. C. A. *Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologias*. 5. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2002.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1978.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GASPARIN, J. L. *Uma didática para a pedagogia histórico-crítica*. 3. ed. Campinas: Cortez, 2003.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1992.

GUIMARÃES, M. *A dimensão ambiental na educação*. Campinas: Papirus, 1995.

HAZEN, R. M.; TREFIL, J. *Saber ciência*. São Paulo: Cultura, 1995.

KAWASAKI, C. S.; CARVALHO, L. M. Tendências da pesquisa em educação ambiental. *Educ. Rev.*, Belo Horizonte, v. 25, n. 3, dez. 2009.

MOREIRA, A. F. *Currículos e programas no Brasil*. Campinas: Papirus, 1995.

NORGAARD, R. A improvisação do conhecimento discordante. *Ambiente & Sociedade*, Ano I, n. 2, p. 25-40, 1998.

PONTALTI, E. S. *Projeto de educação ambiental: Parque Cinturão Verde de Cianorte*. Disponível em: <http://www.apromac.org.br>. Acesso em: 20 mar. 2008.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS no contexto da educação brasileira. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 2, p. 133-162, 2002.

SATO, M. *Educação ambiental*. São Carlos: Rima, 2002.

SATO, M. Encontro Paraibano de Educação Ambiental/2000 – Novos Tempos. João Pessoa. *Anais [...]*. João Pessoa: REA/PB, 2000.

SAVIANI, D. *Pedagogia Histórico-Crítica*. 9. ed. Campinas: Autores Associados, 2005.

TEIXEIRA, P. M. M. *Ensino de Biologia e Cidadania: o técnico e o político na formação docente*. 2000. 316 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru/SP, 2000.

TRIVELATO, S. L. F. O currículo de ciências e a pesquisa em educação ambiental. *Educação Teoria e Prática*, Rio Claro, v. 9, n. 16-17, p. 57-61, 2001.

VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

O ESTUDO DE SOLUÇÕES MEDIADO PELA CONDUTIMETRIA NUMA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR

*Glauber Oliveira Benjamim¹
Maria Mozarina Beserra Almeida²*

O ensino através de uma abordagem experimental

É notória a crescente busca por estratégias didáticas que diminuam a distância entre o discente e o conhecimento, ou ainda, num cenário mais otimista, métodos que tentem contornar a baixa proficiência adquirida ao longo dos anos de vida estudantil, a tempo de tornar os sujeitos prontos e aptos para aprender as novas habilidades que se esperam deles naquela fase acadêmica. Jiménez e Sanmartí (1997 *apud* POZO; CRESPO, 2009) estabelecem o desenvolvimento de habilidades experimentais e de resolução de problemas como uma das metas ou finalidades para a educação científica no período do Ensino Médio. Moreia (2009) relata que muitos professores têm as aulas experimentais como recurso de confirmação da teoria ou para demonstração de fenômenos abordados. Esse tipo de abordagem meramente comprobatória chega a ser, em alguns casos, tão sem impacto quanto possa ser uma aula expositiva rotineira, observando-se que não há atratividade, nem engajamento dos estudantes. As aulas experimentais devem retirar os estudantes da inércia e torná-los sujeitos principais daquele processo que ali está em desenvolvimento. Silva

e Zanon (2000) classificam como superficial e repetitivo o aspecto formativo das atividades práticas experimentais, portanto, sem significância para os aprendizados teórico-práticos, quando ministradas de forma negligenciada. Borges (1997) já defendia a ideia de que os estudantes deveriam ser desafiados a explorar, desenvolver e avaliar suas ideias por conta própria, mas que tal perspectiva ainda não era contemplada nos propósitos dos currículos da ciência. Por sua vez, Bizzo (1998) defende que a realização de julgamentos, tomadas de decisões e posturas críticas, devem ser desenvolvidas pelos alunos, despertando a inquietação e, conseqüentemente, a busca por explicações lógicas na educação em Química.

É muito interessante que alunos consigam utilizar com facilidade uma linguagem matemática, mas, na maioria dos casos, eles não têm a iniciativa de transferir e utilizar adequadamente essas habilidades para outros contextos, por não entender que aquela linguagem é a expressão de um fenômeno da natureza, podendo, então, ser utilizada em várias situações semelhantes.

Para uma melhor contextualização (necessária a transferências de habilidades matemáticas para outras áreas de conhecimento, em especial a Química), é possível ir além de uma análise dos conteúdos em si, que exigem domínio de tais métodos de forma direta. Propõe-se que essas habilidades possam ser utilizadas como alternativas de se compreender e solucionar problemas, sendo necessário, para tal, que os discentes compreendam a grandeza do conhecimento e da possibilidade da transferência de saberes como real forma de aprendizagem.

Interdisciplinaridade: significância e enfoques

No que se refere ao conceito de interdisciplinaridade, é importante salientar suas variações, tanto de nome, como de significância, visto que ainda hoje é muito discutido e dependente de pontos de vistas e vivências (FORTES, 2012). No entanto, há a clareza de que seu conceito considera a trivialidade existente no diálogo permanente entre os conhecimentos, no sentido de questionamentos, confirmações ou complementos (BRASIL, 1999).

O diálogo assumido em sua composição permite a constante busca pelo conhecimento das relações de fronteiras entre as disciplinas, assim como presume a necessidade de transcendê-las, a fim de que se construa um saber sólido, porém transitável, que permita a compreensão ou o desenvolvimento de habilidades e competências, além das esperadas isoladamente para cada disciplina, pois, conforme Fazenda (2013, p. 21-22),

Se definirmos interdisciplinaridade como junção de disciplina, cabe pensar currículo apenas na formatação de sua grade. Porém, se definirmos interdisciplinaridade como atitude de ousadia e busca frente ao conhecimento, cabe pensar aspectos que envolvem a cultura do lugar onde se formam professores [...].

O enfoque atitudinal como proposta pedagógica ancorada ao conceito de interdisciplinaridade já era apresentado por Georges Gusdorf, pois a atitude levaria à ação interdisciplinar. Japiassu (1976) afirmava que a transcendência à própria especialidade era uma imposição da experiência interdisciplinar, segundo Gusdorf, frisando haver limites durante a acolhida das atribuições.

Por fim, considerando a atitude em torno do fazer interdisciplinar, Fazenda (2002, p. 180) assume que

A interdisciplinaridade é uma nova atitude diante da questão do conhecimento, de abertura à compreensão de aspectos ocultos do ato de aprender e dos aparentemente expressos, colocando-os em questão. [...] A interdisciplinaridade pauta-se numa ação em movimento. Pode-se perceber esse movimento em sua natureza ambígua, tendo como pressuposto a metamorfose, a incerteza.

Muitas vezes, o contexto pode se dar de forma interdisciplinar, passando despercebido por professores e alunos.

Consideremos, por exemplo, uma fórmula muito utilizada no ensino de cinemática na disciplina de Física, assunto esse contemplado na primeira série do Ensino Médio: $S = S_0 + V.t$. Denominada função de espaço, ela descreve a posição que um móvel deve ocupar em determinados instantes do percurso, considerando sua velocidade e sua posição

inicial. Para fins de rapidez de aprendizado, muitos professores recorrem a um ‘bizu’, como ficaram conhecidos os recursos desse tipo, batizando aquela fórmula de “Fórmula do sorvete”. Sobre ‘bizu’, Castro (2014) refere-se ao artifício como sendo “o emprego de recursos operacionais que simplificam e aceleram o desenvolvimento de cálculos e resolução de problemas”, cujo objetivo comum é garantir a rápida assimilação, pelo sujeito. Sobretudo, chama atenção para o fato de que, na maioria das vezes, os alunos não percebem que essa fórmula é uma aplicação da equação da reta, vista em funções do primeiro grau, assunto também contemplado na primeira série do Ensino Médio, segundo a qual $Y = aX + b$. Trata-se de mais um caso que reflete a dificuldade na transferência de habilidades para explicar outros fenômenos, característica esperada para o aprendizado de hoje.

Essa dificuldade levada para o Ensino Superior também é observada por Nasser (2007, p. 7), associada a uma “consequência da ausência de um trabalho prévio com o traçado e a análise de gráficos no ensino médio”. O autor também relata, em específico, a dificuldade no entendimento da função do 1º grau e de suas variáveis por seus discentes.

Sierpinska (1992) já classificava como difícil o entendimento do conceito de gráfico. Estratégias para a melhoria do seu entendimento são encontradas em trabalhos como de Barufi e Lauro (2001), em que gráficos são estudados a partir de computadores, para uma maior compreensão das equações e funções envolvidas. Gráficos prontos, como os disponibilizados em exercícios nos vários livros didáticos, costumam levar certo tempo para compreensão e apropriação do leitor. Todavia, o envolvimento do aluno, não apenas na análise, mas na construção desses gráficos, possibilitaria uma melhor compreensão da sua essência e finalidade da aplicação.

A condutimetria como uma prática pedagógica

Muito utilizado para controlar a salinidade em aquários, o condutímetro é um aparelho (de bolso ou de bancada) capaz de medir a condutividade elétrica que as soluções formadas por íons apresen-

tam, sendo as grandezas diretamente proporcionais, pois depende tanto do número de íons, quanto da carga que os mesmos possam apresentar. A condutividade é uma grandeza que pode ser expressa em Siemens por cm (S/cm), Milisiemens por cm (mS/cm), ou Microsiemens por cm ($\mu\text{S/cm}$), dependendo da faixa de concentração com que se está trabalhando.

A prática consiste, inicialmente, na preparação de 4 ou 5 soluções de concentrações conhecidas, para que sejam medidas as respectivas condutâncias no aparelho. Os dados gerarão um gráfico, chamado de Curva de Calibração, onde uma solução, de concentração desconhecida, servirá como problemática e, ao medir sua condutância, verifica-se matematicamente no gráfico, por interpolação, o valor de sua concentração real.

Assim, considerou-se que existe a possibilidade de impulsionar essa forma de abordagem experimental utilizando a linguagem matemática existente na interpretação de fenômenos físicos e químicos, tendo a condutimetria como ferramenta.

Dessa forma, essa pesquisa visou a averiguar o impacto da aplicação de práticas de condutimetria, com o conteúdo de equação da reta para o ensino de soluções, por meio da aplicação desses conceitos em aulas experimentais, de modo a propiciar um melhor aprendizado dos educandos.

Iniciativas como essa favorecem a construção do conhecimento, tornando o aluno um sujeito cada vez mais ativo, investigador e autossuficiente na tomada de decisão, contribuindo tanto para o ensino de Química, quanto para o de Matemática, contextualizando conceitos como coeficientes linear e angular, interpolação e extrapolação.

A ideia em prática: métodos e relatos

Para compor o quadro de discentes participantes do processo desta pesquisa, contamos com 18 alunos do Curso Técnico da Escola Estadual de Educação Profissional Francisco das Chagas Vasconcelos, com horário de aulas em tempo integral, em Santana do Acaraú-CE. A amostragem de alunos foi escolhida por nível de proficiência, analisada a partir de

uma avaliação diagnóstica, que demonstrou a baixa habilidade existente quanto ao conteúdo tratado, tanto em química, quanto em matemática.

A partir da consolidação dos dados iniciais, aferidos pelo levantamento da avaliação diagnóstica, conforme citado, foi dado início ao processo de intervenção, com a aplicação de aulas práticas aqui elaboradas para o grupo de alunos, para que, ao término da pesquisa, pudesse ser feita a avaliação final. Buscou-se considerar os aspectos quantitativos de aprendizagem, demonstrados nos domínios de conceitos e capacidade de compreensão dos contextos, na perspectiva da tomada de decisões e interação com o conhecimento, enquanto produtores deste.

Cada procedimento foi realizado no sentido de abordar os conceitos em questão e provocar a busca do conhecimento por meio de indagações e interpretações dos fenômenos observados. Durante as aulas, foram sugeridas as construções e análises de gráficos. Essas aulas foram ministradas de forma contextualizada, já que essa construção foi feita pelos próprios alunos, por meio dos dados experimentais obtidos. No fim dessa etapa, deu-se a aplicação de uma avaliação final, para verificar o impacto das diferentes abordagens, em relação à turma controle. Da mesma forma, foi feito um paralelo entre os avanços de habilidades, com relação ao início das atividades.

A estratégia de ensino foi bastante diferenciada, uma vez que as práticas favoreceram a vivência direta com o conteúdo e a possibilidade da investigação, que transcende as limitações do livro didático. Foram ministradas duas aulas de 50 minutos cada. Na primeira, os alunos observaram e utilizaram soluções previamente preparadas; na segunda, partiram diretamente para o preparo e análise de soluções com concentrações desconhecidas. Ambas as aulas ocorreram no laboratório da escola, tendo o condutímetro como ferramenta para a obtenção dos dados experimentais necessários à construção dos gráficos, com o objetivo de solidificar os conceitos vagos e corrigir definições errôneas apresentadas na avaliação inicial.

Os roteiros iniciais e os procedimentos pertinentes foram elaborados observando-se a necessidade apresentada pelo grupo em estudo, pelas respostas apresentadas, consistindo em uma sequência de atividades e questionamentos, a fim de dar-lhes oportunidade de ação e indagação, para que fossem protagonistas da própria investigação,

favorecendo, em muitos momentos, a descoberta. A ideia central foi dinamizar a prática de preparação de soluções, a qual, por si só, não confere um caráter dinâmico ou lúdico.

Para a obtenção de condutâncias satisfatórias (dentro da faixa específica de funcionamento do aparelho), utilizou-se sal de cozinha, com faixa de concentração entre 0,1 e 0,0125 g/L.

Buscando melhor compreensão dos conceitos envolvendo a equação da reta, condutimetria e soluções, foi utilizado o *software* Origin, através da observação dos valores do gráfico resultante, para reiterar a correlação existente entre as variáveis eventualmente não claras. Ao anotar os valores tabelados, os alunos transferiam para o programa, utilizando o computador do próprio laboratório. Essa alternativa traz também um bom gancho para que se inicie uma aula de construção e interpretação de gráficos. Tal abordagem muito se assemelha com algumas premissas defendidas por Barufi e Lauro (2001, p. 8) as quais enfatizam que “a problematização realizada a partir dos gráficos obtidos no microcomputador é muito importante, pois possibilita ao aprendiz buscar respostas aos questionamentos formulados”.

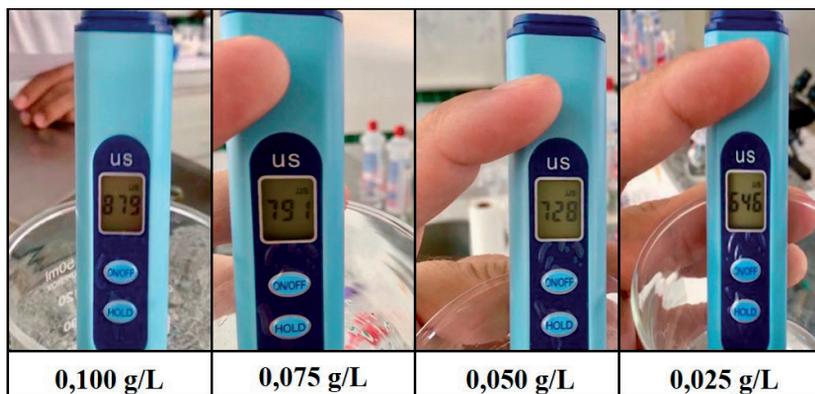
Ao final, foi aplicada à turma pesquisada uma avaliação final e, posteriormente, comparado os avanços de habilidades aferidos antes e depois da pesquisa.

Dos impactos da aprendizagem

A prática de condutimetria mostrou-se muito satisfatória para se trabalhar diluição, uma vez que é necessário, a partir da solução mãe, obter outras de diferentes concentrações, para a construção do gráfico. O fato de possibilitar a análise de suas próprias produções, por meio da condutimetria, permitiu aos alunos um maior interesse pelo conteúdo e envolvimento nas propostas de ensino.

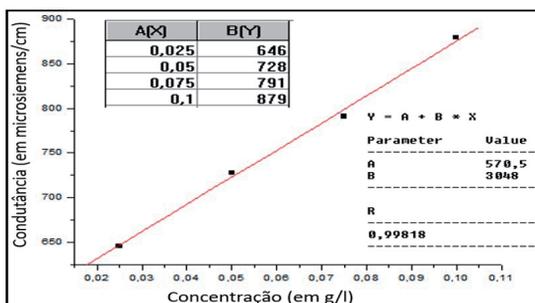
Em um dos experimentos, uma solução de cloreto de sódio 0,10 g/L foi diluída três vezes, obtendo-se as concentrações 0,075, 0,050 e 0,0250 g/L. As medições no condutímetro permitiram encontrar os valores de condutância (em microsiemens/cm), respectivamente, iguais a 879, 791, 728 e 646.

Figura 1 – Condutância observada nas quatro soluções do experimento



Fonte: elaborada pelo autor.

Os valores obtidos e anotados na tabela, a princípio, não demonstravam nenhuma relação entre si, na concepção dos alunos, exceto a relação entre as concentrações. Para uma melhor compreensão da possível proporcionalidade existente, utilizou-se o *software* Origin, para observar o gráfico resultante dos valores. A partir daí, foram trabalhados conceitos da equação da reta, como os coeficientes.

Figura 2 – Análise dos dados experimentais no *software* Origin

Fonte: elaborada pelo autor.

A análise do gráfico com os respectivos coeficientes e a boa correlação entre os valores apontados pelo programa (99,8%) permitiu

interpretar, com clareza, o significado de coeficiente linear, que, no caso, refere-se à condutância esperada para a água utilizada no experimento, sem o soluto trabalhado.

Quando perguntados sobre o valor esperado para condutância da água “pura”, os alunos associaram este perfeitamente à presença de sais naturalmente contidos nela, uma vez que não estavam trabalhando com água destilada. Daí o valor de 570,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, previsto pela equação e observado na prática, valor esse teoricamente mais alto se comparado ao previsto para a água quimicamente pura, ou destilada. Essa também foi uma das indagações feitas em aula, que permitiu aos alunos encontrar as respostas por meio da observação e, portanto, uma busca ativa e independente pelo saber, uma das perspectivas esperadas nos objetivos desta pesquisa. Entendeu-se a condutância de 570,5 sendo, portanto, o valor do coeficiente linear, ou seja, a condutância do solvente com a concentração de soluto igual a 0,0 g/L ou $X = 0$ (zero).

A todo momento, a equação da reta foi trabalhada na perspectiva do experimento, a fim de se obter curvas de calibração, de onde os alunos tentavam esboçar o próprio gráfico, além de se trabalhar soluções-problemas, encontrando valores de concentrações desconhecidas por meio da função obtida. Por exemplo, admitiu-se a equação como sendo $Cd = 570,5 + 3048Cc$, sendo (Cd = condutância observada no aparelho, e Cc = a concentração comum da solução analisada).

Cada procedimento prático realizado como intervenção refletiu na melhora dos níveis de aprendizagens aferidos na avaliação diagnóstica, mediante algumas habilidades esperadas para o ensino de soluções e de funções do primeiro grau, interligando-os. A Tabela 1 mostra o grau de acertos da turma observado em relação a cada habilidade.

Tabela 1 – Percentual de acertos para cada habilidade explorada em Química

Habilidade	Percentual
Reconhecer os processos de dissolução e diluição numa situação prática	5,5%
Identificar a propriedade eletrolítica dos solutos iônicos	44,5%
Distinguir soluto e solvente	44,5%
Conceituar e exemplificar soluções	27,8%
Estipular o valor da concentração comum de soluções	8,3%

Fonte: elaborada pelo autor.

Quanto à matemática, a questão abordada trouxe, por fim, a dificuldade geral da turma em compreender o conceito de condutância, interpretação de gráficos, bem como o desconhecimento da equação da reta (conteúdo matemático esperado para a primeira série do Ensino Médio). Uma característica dessa questão é que seus enunciados, assim como itens, foram elaborados nos moldes do ensino tradicional da disciplina, demonstrando que a assimilação de conceitos como coeficientes, ou a equação geral, em si, não são satisfatórios, quando ministrados sem a realização de uma contextualização.

A avaliação final abordou as mesmas propriedades da anterior, porém de forma quantitativa. Cerca de 83% da turma encontraram corretamente os valores de concentração e densidade, estabelecendo, com eficiência, a relação entre as grandezas. Em outra questão, novamente foi proposto, por meio de um texto que narra uma preparação de solução, que os alunos completassem corretamente as lacunas com os termos e conceitos corretos. A análise da avaliação realizada permitiu constatar que 89% da turma responderam corretamente, por inteiro e com muita propriedade, a cada lacuna pedida, demonstrando o conhecimento do conteúdo, além disso, as habilidades contidas no texto e os seus níveis de proficiência espelharam a evolução geral, conforme mostra a Tabela 2, a seguir:

Tabela 2 – Percentual de acertos para cada habilidade após intervenções

Habilidade	Percentual
Reconhecer os processos de dissolução e diluição numa situação prática	100%
Identificar a propriedade eletrolítica dos solutos iônicos	100%
Distinguir soluto e solvente	94%
Conceituar e exemplificar soluções	94%
Estipular o valor da concentração comum de soluções	83%

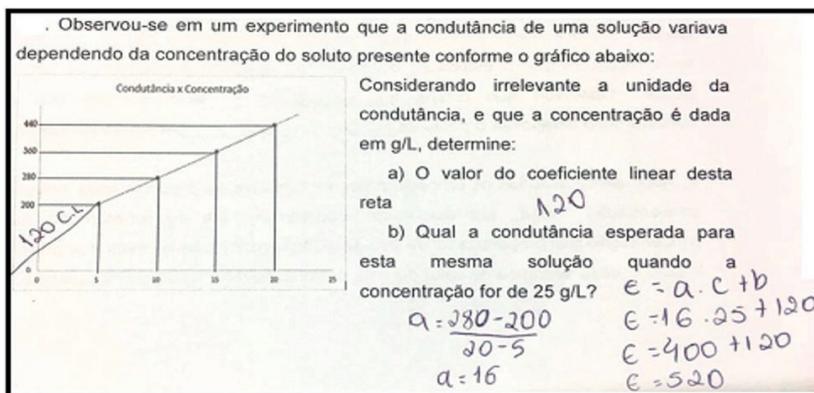
Fonte: elaborada pelo autor.

Por fim, a última questão objetivou mensurar o grau de compreensão atingido por meio da condutimetria, com relação às interpretações gráficas e utilização da equação da reta para o ensino de soluções. Partiu-se do princípio de que não havia, por parte dos discentes, em seus cognitivos, a capacidade da transferência dessas habilidades para a

resolução de questões contextuais que abordassem o referido conteúdo, pelo fato de que o ensino ministrado na disciplina de matemática não conferiu uma aprendizagem significativa. Nesse sentido, foi proposto, por meio de uma curva de calibração, que os discentes encontrassem o valor de condutância, o qual seria observado para a análise de água destilada, fazendo assim uma alusão à questão da avaliação diagnóstica, que indagava o valor do coeficiente linear, cujo significado muitas vezes é dado como ‘o valor de Y quando X é zero’, ou ‘o valor quando a reta toca o eixo Y’.

Optou-se por valores hipotéticos com números inteiros, a fim de que se tornasse mais viável a realização das operações matemáticas, conforme mostra a Figura 3. O resultado, de fato, mostrou uma incrível evolução da turma, com 88,9% de respostas satisfatórias.

Figura 3 – Resposta de um dos alunos da turma



Fonte: elaborada pelo autor.

Vale observar que, em alguns casos, os alunos optaram por encontrar o valor do coeficiente linear fazendo uma previsão por meio das proporções entre os intervalos x e y, conforme mostra a figura anterior (Figura 3), um raciocínio não antes utilizado na Avaliação Diagnóstica, comprovando uma melhor compreensão e propriedade das variáveis.

Considerações finais

Por meio dos questionamentos levantados que nortearam os objetivos desta pesquisa, seguidos pelas etapas que tinham como propósito contemplar e discorrer cada realidade, seja do ensino, seja da aprendizagem, considera-se que os resultados apontaram claramente para uma definição de panorama do ensino de química e matemática, hoje descontextualizados e desconexos. Assim como também aponta que novas metodologias são cada vez mais necessárias e capazes de promover níveis melhores de aprendizagem.

A técnica de condutimetria aqui proposta, de fato, ainda é pouco conhecida pela comunidade docente, embora, em alguns laboratórios, até haja os instrumentos necessários, porém, muitas vezes, falte o conhecimento do fazer ou orientações de como fazer. Práticas de preparações de soluções, por si só, não conferem um caráter dinâmico para uma aula experimental no Ensino Médio, nem permitem esclarecer bem os conceitos e grandezas envolvidos, daí a necessidade de análises que permitam ao aluno questionar, refletir sobre a própria prática e desenvolver possibilidades para a resolução de problemas relacionados.

As práticas de condutimetria permitiram trabalhar situações-problema associando o conteúdo de soluções com a equação da reta, possibilitando assim uma melhor aprendizagem acerca dos conceitos envolvidos, como coeficientes linear e angular, interpolação, extrapolação e o entendimento do plano cartesiano em geral. Na condutimetria, a propriedade eletrolítica dos solutos iônicos confere a proporcionalidade existente com a concentração desses, permitindo seu melhor entendimento, a construção de gráficos e a oportunidade de se trabalhar questionamentos relacionados, reiterando e garantindo as premissas propostas no ensino de matemática.

Com relação aos resultados de proficiência, ficou notório o grande avanço na compreensão do assunto observado para a turma, que vivenciou as práticas propostas, preparando soluções, analisando, refletindo e elucidando concentrações desconhecidas, por meio do bom entendimento dos conceitos, das técnicas procedimentais, instrumentos utilizados e, principalmente, pela transferência de habilidades matemáticas, antes não alcançada.

Mais do que apontam os resultados de aprendizagem verificados nas atividades avaliativas desta pesquisa, é importante frisar o aspecto motivacional despertado a partir da vivência dessas práticas experimentais para os alunos participantes. Foi notório que a intervenção serviu para aumentar o entusiasmo dos discentes em relação à disciplina, a partir da contextualização do conteúdo abordado, tanto em química, como em matemática. Pesquisas de enfoques atitudinais, motivacionais, que despertem entusiasmo na vida dos estudantes, gerando maior envolvimento com o conhecimento e o mundo ao seu redor, devem ser cada vez mais impulsionadas, pois o sucesso da educação não está apenas na investidura dos aspectos cognitivos, mas também emocionais.

A abordagem interdisciplinar para a equação da reta, no contexto dos experimentos, impulsionou simultaneamente a aprendizagem de todos os conceitos envolvidos, assim como a compreensão de gráficos, resultados estes encontrados separadamente nos trabalhos de Santos *et al.* (2016) e Nasser (2007), mostrando assim a ampla abordagem do método e igual eficácia demonstrada, quando comparados a outras obras do tipo.

Por fim, é muito importante que o professor, enquanto intervenor, tenha conhecimento do perfil de seus alunos, assim como das técnicas, práticas e didática para sua melhor condução, a fim de que esse elo tenha o impacto necessário para a realidade específica que está sendo trabalhada. É possível a educação química unir o pragmatismo científico às didáticas docentes, obtendo um produto que una curiosidade, interdisciplinaridade, descoberta e obtenção do conhecimento tão esperado pelas legislações educacionais atuais. Percebe-se que a prática de condutimetria pode muito bem ser utilizada também por professores de matemática, preferencialmente em parceria com professores de química, conforme é esperado de um projeto interdisciplinar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARUFI, M. C. B.; LAURO, M. M. *Funções elementares, equações e inequações*: uma abordagem utilizando microcomputador. São Paulo: CAEM, IME/USP, 2001.

BIZZO, N. *Ciências: fácil ou difícil?* São Paulo: Ática, 1998.

BORGES, A. T. O papel do laboratório no ensino de Ciências. In: MOREIRA, M. A.; ZYLBERSZTA, J. N. A.; DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. *Atlas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*. Porto Alegre/RS: UFRGS, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio*. Ciências Matemáticas e da Natureza e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação (Secretaria de Educação Média e Tecnológica), 1999. v. 3.

CASTRO, C. O. *Matemática em bizus*. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2014.

FAZENDA, I. C. A. (org.). *Dicionário em construção: interdisciplinaridade*. São Paulo: Cortez, 2002. (2001). v. 1. 272 p.

FAZENDA, I. C. A. (org.). *O que é interdisciplinaridade?* São Paulo: Cortez, 2013.

FORTES, C. C. *Interdisciplinaridade: origem, conceito e valor*. Santa Maria, UFSM, 2012. Disponível em: http://www.pos.ajes.edu.br/arquivos/referencial_20120517101727.pdf. Acesso em: 4 maio 2017.

JIMÉNEZ A. P.; SANMARTÍ, N. ¿Qué ciencia enseñar?: Objetivos y contenidos de la educación secundaria. In: CARMEN, del L. *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en educación secundaria*. Barcelona: Horsori, 1997. p. 17-46.

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

MOREIA, K. de C. et al. *O desenvolvimento de aulas práticas de Química por meio da montagem de kits experimentais*. 2009. Disponível em: <http://www.unesp.br/prograd/ENNEP/Trabalhos%20em%20pdf%20-%20Encontro%20de%20Ensino/T3.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2018.

NASSER, L. Ajudando a superar obstáculos na aprendizagem de cálculo. *In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA*, 9., 2007, Belo Horizonte/MG. *Anais [...]*. Belo Horizonte/MG: SBEM, 2007.

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

SANTOS, E. F. *et al.* Contextualização de conceitos químicos analíticos por meio de uma oficina de fabricação de geleias. *In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA*, 17., 2016, Florianópolis/SC. *Anais [...]*. Florianópolis/SC, 2016. Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0237-1.pdf>. Acesso em: 10 set. 2017.

SIERPINSKA, A. On understanding the notion of function. *In: DUBINSKY, E.; HAREL, G. (ed.). The concept of function: aspects of epistemology and Pedagogy (MAA Notes)*, 1992. p. 25-58.

SILVA, L. H. A.; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de Ciências. *In: SCHETZLER, R. P.; ARAGÃO, R. M. R. (org.). Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens*. Campinas: R. Vieira Gráfica e Editora Ltda, 2000.

O SANEAMENTO BÁSICO NO LIVRO DIDÁTICO: abordagem e contextualização

*Marcello Spiandorin*³²
*Maria Izabel Gallão*³³

O Livro Didático (LD) é considerado um importante instrumento de apoio aos professores, com relevante impacto no processo de ensino e aprendizagem formal. Assim, “o LD tem como finalidade apresentar uma proposta pedagógica dos conteúdos selecionados no vasto campo do conhecimento em que se insere a área do saber” (ECHEVERRIA; MELLO; GAUCHE, 2013, p. 267). Nas escolas, o LD é o principal instrumento utilizado no processo de ensino para os alunos, sendo ele um norteador para a organização dos conteúdos ministrados nas aulas. Para *Biava* (2010), o livro didático tem grande influência na formação dos alunos, pois, na maioria das vezes, ele é o principal material intelectual a que têm acesso. Dessa forma, os livros devem possuir conteúdos que promovam a discussão de temáticas e que ampliem os conhecimentos de forma articulada com a realidade.

A abordagem proposta pelo livro ainda requer uma mudança na organização e proposta de atividades. Faltam interações entre Ciência,

³²Mestre em Ensino de Ciências e Matemática – Universidade Federal do Ceará.

³³Doutora em Educação – Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC; Professora Associada da Universidade Federal do Ceará. E-mail: raquelcrosara@hotmail.com

Tecnologia e Sociedade; apresentam atividades que estimulam apenas a reprodução e a memorização; e pouco favorecem a participação na tomada de decisões e resolução de problemas (BIAVA, 2010).

A contextualização e a não fragmentação do conteúdo são critérios essenciais que interferem positivamente no processo de ensino e aprendizagem, assim como a presença de sugestões de leituras atualizadas e atividades complementares são também indispensáveis para que ocorra a construção do conhecimento (SOUZA *et al.*, 2012).

O desenvolvimento do interesse dos alunos pelos assuntos abordados em sala de aula deve estar contextualizado e associado a problemáticas relevantes para eles. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) indicam que os alunos devem desenvolver a capacidade de questionamentos e de aprendizagem, sendo fundamental a utilização de temas transversais como aqueles que envolvem a saúde e o meio ambiente. Ainda de acordo com os PCN's, para promover um aprendizado ativo em Biologia, é importante que os conteúdos se apresentem como problemas a serem resolvidos com os alunos, como aqueles envolvendo interações entre seres vivos, incluindo o ser humano, e demais elementos do ambiente.

Para Santos (2007), a abordagem dos assuntos ministrados em sala não pode ser ensinada de forma isolada, ela deve ser contextualizada dentro da realidade dos alunos, podendo o conteúdo científico ser vinculado aos conteúdos curriculares. Deve-se também destacar a importância dos conteúdos que possibilitem uma investigação crítica dos estudantes (ZABALA, 1998).

Mais do que fornecer informações, é fundamental que o ensino de Biologia se volte ao desenvolvimento de competências que permitam ao aluno lidar com as informações, compreendê-las, elaborá-las, refutá-las, quando for o caso, enfim compreender o mundo e nele agir com autonomia, fazendo uso dos conhecimentos adquiridos da Biologia e da tecnologia (BRASIL, 2000, p. 19).

Dessa forma, os livros didáticos devem propiciar um conteúdo científico contextualizado com a realidade, dando assim suporte à formação dos alunos (VASCONCELLOS, 1993). Analisando as coleções

didáticas adotadas pelas escolas, observa-se que, de forma geral, ela apresenta temáticas que contextualizam os assuntos abordados com a realidade dos alunos.

Na maioria das vezes, essa contextualização ocorre nos textos de leituras complementares corroborando com o que é descrito na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2016), onde a contextualização dos assuntos abordados é um meio de propiciar aos estudantes a capacidade de um pensar crítico para se tomar decisões fundamentais.

QUAL A IMPORTÂNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO?

O SB, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), é o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que exercem ou podem exercer efeitos nocivos sobre o bem-estar físico, mental e social das pessoas. O termo saneamento é derivado do termo sanear, que tem como significado “tornar higiênico; salubrificar; remediar; tornar habitável”.

Desse modo, o saneamento está intimamente ligado à saúde das pessoas, sendo uma das principais formas de prevenção de doenças e moléstias. O Ministério da Saúde afirma que é gasto quatro vezes mais na área de saúde quando não se investe em saneamento. Sendo assim, o principal objetivo do saneamento básico é minimizar os danos ao meio ambiente que interferem na saúde da população, alcançando a Salubridade Ambiental.

Guimarães, Carvalho e Silva (2007) dizem que o governo deve oferecer à população o abastecimento de água com a qualidade e em quantidade suficiente para a garantia de condições básicas de conforto; a coleta, tratamento e disposição adequada de águas residuais; o acondicionamento, coleta, transporte e/ou destino final dos resíduos sólidos e a coleta de águas pluviais e controle de inundações.

Entre os principais problemas relacionados ao SB no Brasil, a coleta e o tratamento do esgoto ainda representam um grande déficit para a população, sendo que as estatísticas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE) mostram que 99,4% das cidades brasileiras apresentam serviço de distribuição de água e que apenas 55,1%

das residências são atendidas por rede de coleta de esgoto de acordo com os dados do Censo de 2011.

No estado do Ceará, segundo os dados coletados em 2015 pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), a população urbana com acesso ao abastecimento de água é de 92,1%, mas apenas 38,2% possuem uma destinação adequada para o esgoto.

Há vários tipos de doenças que podem ser causadas por organismos e substâncias quando em contato com a água contaminada devido ao saneamento básico deficiente (falta de água tratada, de rede de esgoto ou de alternativas adequadas para a deposição dos dejetos humanos).

Entre as doenças mais comuns que acometem a população, está a diarreia aguda. Segundo a OMS, 80% dos casos dessa doença estão relacionados ao uso de água imprópria para consumo e causam um alto índice de óbitos de crianças com até cinco anos de idade, ao lado da cólera, da febre tifoide, da hepatite A, da amebíase e de doenças de pele, por exemplo.

A falta de SB afeta muito além da saúde de uma população, ela prejudica também o desempenho das pessoas na área educacional e no trabalho. De acordo com o relatório do Centro de Políticas Sociais da FGV, realizado a pedido do Instituto Trata Brasil em 2012, os trabalhadores com acesso à coleta de esgoto ganham salários, em média, 6,1% superiores aos daqueles que moram em locais sem coleta de esgoto, podendo esse número chegar até a 13,6% em alguns estados e no Ceará a 9,6%.

Já na educação, o impacto dessa diferença de produtividade é ainda maior. Sendo que os alunos que possuem acesso ao SB têm um aproveitamento 30% maior do que aqueles que não possuem, situação essa que causará impactos ao longo da vida, pois os estudantes com pior aproveitamento tendem a ser menos qualificados e, portanto, terão menores salários.

Quando colocamos a falta de SB e o atraso na educação, os números são ainda mais esclarecedores, mostrando como o saneamento básico afeta diretamente a qualidade de ensino. No Brasil, a média de anos de atraso da população escolar que não tem acesso à água tratada e à coleta de esgoto é de 4,25 anos. Em alguns estados, como o Rio Grande do Norte, esse número chega a 5,29 anos e no Ceará a 4,0 anos.

A melhoria da educação não é apenas um problema de interesse daqueles diretamente envolvidos com ela, como professores, alunos,

núcleos gestores e responsáveis, mas depende também de melhoramentos na área social, segurança, saúde e estrutural.

COMO O SANEAMENTO BÁSICO É ABORDADO NA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR (BNCC)?

As práticas pedagógicas devem-se voltar para uma participação individual e coletiva dos sujeitos envolvidos no processo (alunos, professores e comunidade), integrando todas as áreas do conhecimento para o fortalecimento da cidadania. De acordo com Loureiro e Cossío (2007), para que se inicie esse movimento de fortalecimento no contexto escolar, alguns pontos devem ser considerados, dedicando especial atenção ao processo de formação dos educadores e à fomentação do envolvimento da comunidade escolar.

A BNCC é um documento que define o conjunto de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica e, conforme definido na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996), ela deve nortear os currículos dos sistemas e redes de ensino das Unidades Federativas, como também as propostas pedagógicas de todas as escolas públicas e privadas de Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, em todo o Brasil.

A Base estabelece conhecimentos, competências e habilidades que se espera que todos os estudantes desenvolvam ao longo da escolaridade básica. Orientada pelos princípios éticos, políticos e estéticos traçados pelas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica, a Base soma-se aos propósitos que direcionam a educação brasileira para a formação humana integral e para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. De acordo com ela, a educação tem um compromisso com a formação e o desenvolvimento humano global, em suas dimensões intelectual, física, afetiva, social, ética, moral e simbólica.

No Ensino Médio, a BNCC divide as matérias em quatro áreas de conhecimento: Linguagens e suas tecnologias; Matemática e suas tecnologias; Ciências da Natureza e suas tecnologias e Ciências Humanas e Sociais e suas tecnologias. De acordo com a Lei nº 13.415/201755, que alterou a LDB, o currículo do Ensino Médio será composto pela

Base Nacional Comum Curricular e por itinerários formativos que serão ofertados pelas escolas e escolhidos pelos alunos.

No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe que os estudantes possam construir e utilizar conhecimentos específicos da área para argumentar, propor soluções e enfrentar desafios locais e/ou globais, relativos às condições de vida e ao ambiente. Para que isso ocorra, é necessário o desenvolvimento de três competências específicas da área, sendo elas, de acordo com MEC:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.
2. Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.
3. Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

A SD proposta está alinhada com as propostas da BNCC visto que engloba as três competências específicas da área por meio da sua diversidade de assuntos que o SB engloba e das diferentes metodologias educacionais empregadas durante sua execução.

A IMPORTÂNCIA DO SANEAMENTO BÁSICO NO EXAME NACIONAL DO ENSINO MÉDIO (ENEM)

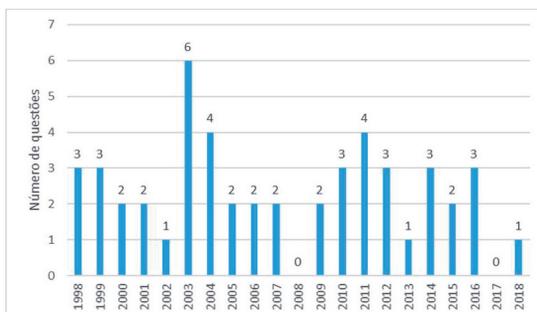
O Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) é uma das principais políticas de avaliação externa da educação brasileira de acordo com Souza e Rosa (2017). Sua primeira edição foi no ano de 1998, com o intuito de fornecer dados, servindo como uma ferramenta diagnóstica para saber se as diretrizes do Ensino Médio estavam sendo cumpridas e para o desenvolvimento de melhorias no ensino escolar.

Entre os anos de 1998 a 2008, o ENEM era aplicado em um único dia, sendo composto por 63 questões de múltipla escolha e uma redação. A partir do ano de 2009, o ENEM sofreu algumas alterações. Hoje ele é aplicado em dois dias, totalizando 180 questões e uma redação. Essas alterações possibilitaram a utilização dessa avaliação como um dos principais mecanismos de seleção para as instituições de Ensino Superior. Para Santos *et al.* (2011), o ENEM relaciona a vivência do aluno com os conteúdos conceituais por meio do domínio das linguagens, compreensão dos fenômenos, enfrentamento de situações-problema e da construção de argumentações e elaboração de propostas de intervenção na realidade que o MEC denomina como Eixos Cognitivos.

Em sua proposta, o ENEM possui, além dos cinco Eixos Cognitivos, comuns a todas as áreas de ensino, as Competências e Habilidades específicas de cada área, sendo que a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias possui um total de trinta Habilidades distribuídas em oito competências diferentes de acordo com o MEC.

O SB envolve diretamente a ciência, a sociedade e a tecnologia, que, por sua vez, são temas diretamente ligados aos Eixos Cognitivos e às Competências e Habilidades do ENEM. Questões relacionadas ao SB, de alguma forma, constantemente estão presentes nas avaliações. Foram analisadas todas as provas, desde o início do ENEM em 1998, e foram encontradas 49 questões relacionadas ao tema entre os anos de 1998 a 2018. O número de questões por ano de aplicação pode ser visto na Figura 1.

Figura 1 – Número de questões relacionadas ao SB por ano de aplicação do ENEM



Fonte: elaborada pelo autor a partir de pesquisa.

Como pode ser observado, no ano de 2003, seis questões se relacionavam ao tema SB, e, apenas nos anos de 2008 e 2017, o tema SB não esteve presente no ENEM, reforçando, dessa forma, a importância da sua abordagem durante o Ensino Médio.

SUGESTÕES DE ABORDAGEM DO SANEAMENTO BÁSICO NOS LIVROS DIDÁTICOS

Apesar de possuírem diversas estratégias didáticas como jogos e modelos didáticos, ambientes não formais de educação, tecnologia da informação e comunicação (TIC's) entre outros, os LDs continuam sendo o principal recurso utilizado pelos professores, que devem oferecer aos alunos conteúdos mais integrados com as suas realidades a fim de que possam discutir, analisar e construir um pensamento mais crítico sobre seus assuntos cotidianos.

O tema SB é um assunto pouco abordado nos livros didáticos analisados, que fazem parte do Programa Nacional do Livro e Material Didático (PNLD), ficando a cargo do professor fazer a relação direta do SB com os outros assuntos ali abordados.

As coleções analisadas abordam diferentes temáticas, sendo que cabe aos autores a produção de um capítulo com a temática exclusiva sobre SB. Nesse capítulo, poderiam ser abordados os conceitos gerais de SB, seu histórico no Brasil e no mundo, a sua atual situação no Brasil, políticas públicas no SB e os impactos causados pela falta do SB na população, visto a sua importância para a qualidade de vida, saúde e meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIAVA, G. R. S. *Abordagem CTSA e poluição em livros didáticos de Biologia do Ensino Médio*. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular: proposta preliminar*. 2. ed. rev. Brasília: MEC, 2016.

BRASIL. *LDB: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2018.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, 2000.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SEMTC, 2002.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Brasília: MEC/CEF, 1997.

ECHEVERRIA, A. R.; MELLO, I. C.; GAUCHE, R. Livro didático: análise e utilização no ensino de Química. *In: SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (org.). Ensino de Química em foco*. Ijuí: Unijuí, 2013. p. 263-286.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. *Saneamento básico*. 2007. Disponível em: <https://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/apostila>. Acesso em: 24 maio 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/panorama>. Acesso em: 16 jan. 2019.

INSTITUTO TRATA BRASIL. *Benefícios econômicos da expansão do saneamento brasileiro*. 2014.

INSTITUTO TRATA BRASIL. *O manual do saneamento básico*. 2012

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ – IPECE. *Anuário Estatístico do Ceará 2016*. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/publicacoes/anuario/anuario2016/infra-Estrutura/habitacao/saneamento.htm>. Acesso em: 20 maio 2018.

LOUREIRO, C. F. B.; COSSÍO, M. F. B. Um olhar sobre a educação ambiental nas escolas: considerações iniciais sobre os resultados do projeto “O que fazem as escolas que dizem que fazem educação ambiental”. *In:*

MELLO, S.; TRAJBER, R. (org.). *Vamos cuidar do Brasil: conceitos e práticas em educação ambiental*. Brasília: MEC/UNESCO, 2007.

SANTOS, M. L. *et al.* Levantamento das condições do saneamento básico no bairro Emerêncio e Jardim Petrópolis do município de Conceição do Araguaia – PA. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2., 2011, Londrina. *Anais [...]*. Londrina: IBEAS, 2011.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, v. 1, n. especial, p. 1-12, 2007.

SOUZA, M. C. de; ROSA, J. G. O Exame Nacional de Ensino Médio (ENEM) e o ranqueamento das escolas: princípios e práticas. *Espacios*, v. 38, n. 15, p. 9-18, 2017.

SOUZA, A. N. J.; ROCHA, P. P.; COSTA, M. C. S.; PIMENTA, T. C.; QUEIROZ, M. S. Análise do conteúdo poluição da água em livros didáticos de Biologia. In: SIMPÓSIO SOBRE PESQUISA E FORMAÇÃO DE PROFESSORES, 1., 2012, Jéquié. *Anais [...]*. Jéquié: UESB, 2012.

VASCONCELLOS, C. S. *Construção do conhecimento em sala de aula*. São Paulo: Libertad, 1993.

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

O USO PEDAGÓGICO DE OBJETOS DE APRENDIZAGEM NA FORMAÇÃO INICIAL E CONTINUADA: construindo conceitos

*Gisele Pereira Oliveira*³⁴
*Ana Carolina Costa Pereira*³⁵

Introdução

O cenário educacional tem vivenciado grandes transformações. A maioria delas impulsionada pela necessidade de solucionar certas dificuldades e enfrentar desafios detectados no processo de ensino e aprendizagem de saberes do conhecimento em variados níveis de ensino. E, com isso, podemos perceber que a utilização de ferramentas tecnológicas, mediante métodos e metodologias facilitadoras, pode contribuir significativamente para o alcance e desenvolvimento de novas habilidades e competências dos discentes.

Esses impactos e contribuições podem ocorrer em diversas ciências, com destaque para as ciências exatas, que eventualmente costumam ser apontadas pelos alunos como as mais difíceis, apresentando os

³⁴Mestra em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Ceará (ENCIMA) e Professora de Matemática na Secretária de Educação do Estado do Ceará.

³⁵Doutora em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e Coordenadora do Departamento de Matemática da Universidade Estadual do Ceará (UECE) do curso de Licenciatura em Matemática.

menores índices em avaliações internas e externas no cotidiano escolar. Vemos, ademais, que uma das disciplinas que, comumente, despertam menos interesse nos alunos e mais rejeição a seu estudo é a Matemática. Em grande parte das vezes, isto se deve ao meio de apresentação didática ou experimentação pedagógica, resultando em um grande índice de rejeição aos assuntos e propostas evolutivas de caráter matemático.

Dessa maneira, verificamos a necessidade da utilização de recursos educacionais, que possibilitem a ação pedagógica e apresentação didática dos conteúdos, uma linguagem facilitadora dos termos e elementos matemáticos, proporcionando aos alunos o letramento nessa ciência.

Nesse sentido, percebemos a importância das novas tecnologias, isto é, o potencial da utilização das tecnologias da informação e comunicação (TICs) nas práticas do ensino de Matemática, pois, por meio delas, teremos a possibilidade de apresentar conceitos e abordar assuntos de maneira atrativa e facilitadora.

Mediante essas ações, encaminhamo-nos a uma desmitificação de que a disciplina é “chata ou difícil”. Em vez disso, podemos construir um universo de aprendizagem prazeroso, otimizando assim a aprendizagem e permitindo, também, por meio do ambiente virtual, a eliminação de barreiras e a apresentação de possibilidades distintas para que o aluno seja protagonista de seu próprio conhecimento e desenvolvimento cognitivo.

Nessa direção e compreensão, temos os Objetos de Aprendizagem (OA), que são recursos educacionais digitais, elaborados e produzidos com fins educacionais, idealizados com o intuito de serem usados com objetivos específicos, disponibilizados na internet, com uma duração pequena, visando, de maneira sucinta, clara e direta, à aprendizagem significativa de saberes.

No entanto, como estamos tratando da possibilidade de inserir recursos educacionais digitais no ensino de conceitos e assuntos matemáticos, não podemos deixar de destacar um problema recorrente em diversas escolas e instituições promotoras de conhecimentos em nosso país: a ausência de equipamentos e suporte tecnológico para o planejamento de atividades.

Além disso, percebemos, de maneira igualmente preocupante, a falta de formação de professores de Matemática para a utilização de recursos

educacionais digitais no ensino de sua ciência, sendo essas capacitações em caráter inicial ou continuado. A formação inicial abrange os indivíduos em período de graduação, enquanto a continuada refere-se a estes quando já vivenciam o efetivo exercício de suas profissões docentes.

No entanto, consideramos como inicial, também, quando o docente tem acesso a certas informações ou formações pela primeira vez, e continuado, quando já teve familiarização em outras ocasiões, mas que busca reciclagem e conhecimentos complementares para certos assuntos.

Nesse sentido, analisando essas fases da formação do professor de Matemática, percebemos que a capacitação inicial oferece ao docente um olhar ampliado das ferramentas, métodos e metodologias de ensino, permitindo-lhe, em início de carreira, a construção de um conhecimento tecnológico facilitador para a explanação e vivência futura de sua práxis profissional.

De maneira análoga, visualizamos ainda a importância de formações continuadas de professores de matemática, que, muitas vezes, pelo excesso de atribuições e falta de capacitação para o uso de recursos educacionais digitais, acabam seguindo um planejamento tradicional continuamente. Não que esse método não surta resultados, mas que, em grande parte, estando situados na era da informação e comunicação, acabam sendo enfadonhos para uma geração de discentes inseridos em um universo tecnológico e atrativo.

Assim, ao oportunizar a experiência continuada, oferecemos uma reciclagem e inovação nos planejamentos e nas ações dos discentes, estimulando-os a ensinar conceitos matemáticos, mediante o uso de OAs, como imagens, vídeos, *softwares*, aplicativos e demais recursos complementares, mediadores, fixadores e facilitadores de conhecimento.

Em face dessas orientações pedagógicas e didáticas, percebemos que o uso de OAs, na formação inicial e continuada de professores de Matemática, podem gerar diretamente mudanças na realidade do aluno e do professor, em que, respectivamente, um terá a chance de aprender a aprender Matemática e descartar os seus julgamentos negativos em relação a esta, enquanto o outro exercitará sua profissão com mais propriedade e satisfação consigo e com a sociedade.

Porém, o acesso de professores a formações iniciais e continuadas sobre temáticas variadas para facilitar as práticas pedagógicas e didáticas de conceitos matemáticos tem se dado de forma discreta nas universidades públicas, que visam a oferecer, conforme a legislação brasileira, orientações acadêmicas sustentadas segundo a tríade de ensino, pesquisa e extensão.

Com isso, detectamos a relevância do incentivo à formação inicial e continuada de professores, pois, com esses eventos, podemos oportunizar aos docentes capacitações de excelência, que viabilizem pedagógica, didática e matematicamente suas ações no decorrer de suas práticas no cotidiano escolar.

Diante dessa realidade, verificamos o quanto é fundamental a realização de um apoio inicial e continuado aos profissionais da educação e ensino de Matemática, permitindo que, além dos docentes, os discentes também tenham acesso a esse tipo de formação tecnológica, com uma apresentação Matemática diferenciada, mediante ao uso de recursos educacionais digitais.

O uso de tecnologias digitais na Matemática

Os OAs são recursos educacionais digitais de grande significado no exercício da profissão docente, pois o seu uso pode ajudar na exposição e explanação de determinados conceitos científicos, tendo como destaque os de Matemática, nos seguimentos variados, tais como a facilitação na explicação de assuntos de aritmética, álgebra, geometria e outros.

Desse modo, verificamos que as dificuldades de aprendizagem e os baixos índices nas avaliações internas ou externas poderiam melhorar com a transformação de práticas pedagógicas, didáticas e metodológicas, com o uso de recursos digitais. Segundo Pires *et al.* (2008, p. 401),

Para que os OA sejam desenvolvidos de maneira a não ficarem parecidos ou até mesmo cópias de livros didáticos virtuais, onde apenas seria necessário que um profissional da área de computação o reproduzisse em um software, existe a equipe pedagógica que tem o papel de desenvolver os OA de maneira construtiva e abrangente, transpondo os conteúdos a serem estudados de forma

contextualizada e com suporte pedagógico. Por isso, é necessário que profissionais da educação Matemática e da Computação, trabalhem em completa parceria (Interdisciplinaridade), fazendo com que seus conhecimentos específicos sejam utilizados de forma a potencializar a qualidade pedagógica e tecnológica do objeto a ser desenvolvido.

Com isso, verificamos que OAs são recursos desenvolvidos de maneira objetiva e clara, visando a impactar e solucionar certas dificuldades de aprendizagem dos alunos em determinadas áreas e em variados níveis de ensino, buscando, mediante o uso destes e conforme a necessidade, empregá-los em funções diferentes (mediadores, fixadores, facilitadores, estimuladores, entre outras), segundo seus objetivos didáticos.

Esses recursos possuem características de integração e contextualização de conteúdos ao currículo, ressaltando-se que a ferramenta sozinha não é capaz de solucionar todos os problemas educacionais matemáticos, mas, diante de um planejamento significativo, frente às dificuldades educacionais, podem auxiliar na trajetória escolar. Segundo Castro Filho *et al.* (2008, p. 2),

Uma das soluções propostas tem sido o desenvolvimento de objetos de aprendizagem (OA), recursos digitais (vídeo, animação, simulação etc.) os quais permitem que professores e alunos explorem conceitos específicos em matemática, ciências, linguagem etc. Embora não haja ainda um consenso sobre sua definição, vários autores concordam que objetos de aprendizagem devam: (1) ser digitais, isto é, possam ser acessados através do computador, preferencialmente pela Internet; (2) ser pequenos, ou seja, possam ser aprendidos e utilizados no tempo de uma ou duas aulas; (3) focalizar em um objetivo de aprendizagem único e (4) serem de fácil utilização.

Nesse sentido, a facilidade de utilização desses recursos pode garantir uma representação matemática mais interessante, atraindo os alunos para os estudos de ramos distintos dessa ciência, como números e operações em aritmética; funções e equações algébricas em álgebra; geometria plana, espacial e analítica; matemática financeira, análise combinatória, estatística, probabilidade e outros eixos de pesquisa.

Segundo Vygotsky (2001), a interação é importante para a aprendizagem, pois ajuda a desenvolver estratégias e habilidades gerais. Com isso, verificamos a potencialidade que existe quando o aluno interage com um recurso digital, como um OA, que permita desafios, em que o discente desenvolve estratégias de resolução de determinadas situações-problema e assim evolui de nível cognitivo ao conseguir construir meios de solução.

Assim, segundo Wiley (2000), um OA é “qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para dar suporte à aprendizagem”, pois o seu enfoque é oferecer subsídios educacionais para o planejamento docente e a pesquisa de discentes, sendo empregados em momentos cruciais de orientação e estudo escolar, visando a contribuir com o ensino de Matemática.

Sendo também importante abordar que os professores de Matemática podem ter acesso a esses tipos de recursos em repositórios nacionais ou internacionais, que hospedam em ambientes virtuais, segundo suas classificações, níveis de ensino, áreas, descrição e objetivos, quase em maioria, gratuitamente oferecidos à população, para embasar e dar suporte à pesquisa escolar e acadêmica.

Com esse contexto, podemos destacar, como de relevância expressiva, o Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE), voltado para Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio, Educação Profissional, Educação Superior e as modalidades de Ensino de Educação de Jovens e Adultos e Educação Escolar Indígena. Os materiais são catalogados por títulos, em ordem alfabética, nas classificações de animação/simulação, áudio, experimento prático, hipertexto, imagem, mapa, *software* educacional ou vídeo.

Temos, da mesma forma, o repositório Rede Interativa Virtual de Educação (RIVED), que é um programa da Secretaria de Educação a Distância (SEED), que tem, por objetivo, a produção de conteúdos pedagógicos digitais, na forma de OAs. Nesse espaço, contamos com o levantamento de vários recursos elaborados, produzidos e hospedados por universidades brasileiras colaboradoras da plataforma RIVED.

Ademais, o Laboratório Didático Virtual (LabVirt), uma iniciativa da Universidade de São Paulo (USP), atualmente coordenado pela Faculdade de Educação, oferece simulações/animações, que contemplam as disciplinas de Física e Química feitas pela equipe do LabVirt,

incentivando os alunos ao desenvolvimento de um pensamento crítico, o uso do método científico, o gosto pela ciência e a compreensão do mundo que o cerca.

Temos, ainda, o Portal do Professor, que é uma plataforma de suporte para o professor em caráter inicial ou continuado de formação. Nela, podemos ter acesso a planos de aula que usam OAs encontrados em outros repositórios para elaborar aulas com tais recursos e aperfeiçoar a profissão docente. Segundo Pinheiro, Borges Neto e Pinheiro (2013, p. 2),

A seleção de um recurso computacional para uso didático do professor de matemática costuma assumir a dinâmica de seleção do recurso que “trabalhe” determinado conteúdo, previamente selecionado, estudo do seu funcionamento, e em seguida a reserva de uma aula para a utilização do recurso no laboratório.

Desse modo, percebemos a importância de um planejamento significativo de ações, justificando todos os procedimentos metodológicos conforme a necessidade do público alvo e pautados na seleção ideal de recursos educacionais digitais, que fundamentem e favoreçam o processo de ensino e aprendizagem de Matemática.

O uso do objeto de aprendizagem no ensino de Matemática

A utilização pedagógica de OA no ensino de Matemática acadêmica ou científica, na formalização de conceitos de Matemática pura ou aplicada e na explanação dos assuntos é uma ação metodológica, que muito contribui para o desenvolvimento cognitivo dos discentes.

É de extrema importância o uso de tais recursos educacionais digitais na Matemática escolar, que envolve o conjunto de saberes produzidos e mobilizados por professores em suas ações e práxis cotidianas, isto é, diz respeito aos recursos, ferramentas, técnicas, métodos e procedimentos metodológicos coletados e observados a partir de resultados de experiências vivenciados no universo dessa ciência.

Segundo Moreira e David (2010, p. 23), “no caso da Matemática Científica, devido à sua estruturação axiomática, todas as provas se desenvolvem apoiadas nas definições e nos teoremas anteriormente

estabelecidos (e evidentemente nos postulados e conceitos primitivos)”, que podem ser auxiliados mediante a utilização de ferramentas digitais como objetos de aprendizagem.

Nesse período acadêmico, a formalidade e o rigor científico são essenciais, sendo esse momento de intensa evolução abstrata e de grande construção concreta de assuntos axiomáticamente fundamentais para a compreensão elementar de determinados temas matemáticos.

No caso da Matemática Escolar, a atenção não deve voltar-se para a definição e prova de teoremas e demais elementos, mas para a representação prática e experimentação clara oferecida aos alunos a respeito de certas concepções de conteúdos anteriormente expostos. Segundo Moreira e David (2010, p. 23-24),

O problema que se coloca no ensino escolar não é o de demonstrar um fato como esse rigorosamente, a partir de definições precisas e de resultados já estabelecidos, como no processo axiomático científico. A questão fundamental para a Matemática Escolar, sempre presente no cenário educativo, refere-se à aprendizagem, portanto ao desenvolvimento de uma prática pedagógica visando à compreensão do fato, à construção de justificativas que permitam ao aluno utilizá-lo de maneira coerente e conveniente na sua vida escolar e extraescolar. Há uma diferença significativa entre alinhar argumentos logicamente irrefutáveis que garantam a validade de um resultado a partir de postulados, definições, conceitos primitivos de uma teoria e, no contexto educativo escolar, promover o desenvolvimento de uma convicção profunda a respeito da validação desse resultado.

Portanto, nesse contexto, conseguimos perceber e interpretar as diferenças entre Matemática Científica ou Acadêmica e a Matemática Escolar. A primeira possui o rigor em seu ensino e a necessidade de provas; já a segunda admite os resultados elementares e axiomáticos da primeira, para construir significado e sentido dos assuntos em sua realidade escolar.

Essa diferença é acompanhada durante toda a caminhada docente, nos momentos iniciais de formação acadêmica, durante a graduação, quando continuamente convivem com uma Matemática Científica e durante o efetivo exercício da profissão, deparando-se com capacitações

continuadas, que ofertam pedagogicamente um olhar para a Matemática Escolar, imbuindo o viés de como ensinar Matemática com significado e utilidade prática.

O OA, por sua interface simples e acessível, acaba contribuindo com a elucidação da Matemática Científica e Escolar, isto é, sustenta ações pontuais em busca da realização da aprendizagem eficiente e eficaz e a construção de um ensino aparado no uso de recursos educacionais digitais, novas tecnologias da informação e comunicação, ferramentas didáticas, técnicas de pesquisa e estudo, métodos e metodologias oportunas para conceber uma aprendizagem significativa. Segundo Pinheiro, Borges Neto e Pinheiro (2013, p. 6),

O ensino de matemática se organiza tradicionalmente em três momentos: 1) apresentação dedutiva de axiomas e leis matemáticas, correspondendo a um conjunto de aulas dedutivas para demonstração de fórmulas; 2) passa para aplicação dessas fórmulas ou verificação direta do conceito com a resolução de exercícios; 3) e deixa para o aluno a tarefa de ampliar seu conhecimento com exercícios similares ou de aprofundamento para fixação. Estes momentos são observados também sob as perspectivas construtivistas e interacionistas, podendo se apresentar em outras ordens.

Com isso, o ensino de Matemática pode ser auxiliado nesses momentos lógicos de apresentação e exposição de conceitos, sendo contemplados de maneira mais particular por meio do OA, tendo o potencial de oferecer para os alunos a familiarização e a fixação dos saberes do conhecimento matemático. Segundo Pinheiro, Borges Neto e Pinheiro (2013, p. 7),

Utilizar uma tecnologia nas atividades de matemática exige do professor uma familiarização, domínio e uso com a tecnologia escolhida. O momento de inserir o recurso deve ser pensado no planejamento, levando em conta a escolha do conteúdo (álgebra, geometria ou aritmética), o nível de cognição dos alunos acompanhado na avaliação diagnóstica, nas condições materiais e de gestão de sala. Quando utilizar o recurso deve ser uma resposta do professor a aprendizagem dos alunos. Seja antes, durante ou após a apresentação dedutiva de axiomas e leis matemáticas, a inserção desse recurso muda sua finalidade quando manipulado pelo professor ou pelo aluno.

Verificamos, dessa maneira, o quanto o docente necessita de formações de caráter inicial e continuado, para que, durante suas práticas, possa atender as particularidades observadas e ainda tenha condições de conceder um ensino de excelência para os discentes, contemplando o planejamento das ações e atividades previstas, o uso de metodologias e a aplicabilidade de recursos digitais.

Formação inicial e continuada de professores de Matemática: um relato de experiência do uso pedagógico de Objetos de Aprendizagem

Foi realizada uma pesquisa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Ceará (UFC) no laboratório de Matemática e Ensino da Universidade Estadual do Ceará (UECE), com o apoio do Grupo de Pesquisa em Educação e História da Matemática (GPEHM).

Esse estudo teve como expectativa realizar um curso de extensão sobre “O uso pedagógico de Objetos de Aprendizagem no ensino de Matemática”, para um total de 20 vagas, tendo como público-alvo professores de Matemática nas categorias iniciais e continuadas de formação, com carga horária de 24 horas, tendo assim uma média de 16 docentes participando dos encontros que foram executados.

A proposta do curso se deu sob a inquietação de realizar uma abordagem pedagógica com o uso de OAs no ensino de Matemática, buscando apresentar, para professores de Matemática, novas formas de expor e representar temas dessa ciência, de forma didática e metodológica, impulsionando o aluno a um desenvolvimento cognitivo mais elevado.

A pesquisa foi pautada segundo as orientações e fases da metodologia Engenharia Didática de segunda geração, organizada em quatro etapas: análise preliminar; concepção e análise *a priori* das situações didáticas; experimentação e análise *a posteriori*; e validação. A segunda geração é para formação de professores, tendo como resultado a produção de algum objeto de aprendizagem. Segundo Artigue (1989) *apud* Almouloud e Silva (2012 p. 26),

Uma pesquisa, seguindo os princípios de uma Engenharia Didática, perpassa pelas fases seguintes: 1. Análises preliminares: considerações sobre o quadro teórico didático geral e os conhecimentos já adquiridos sobre o assunto em questão, incluem a análise epistemológica do ensino atual e seus efeitos, das concepções dos alunos, dificuldades e obstáculos, e análise do campo das restrições e exigências no qual vai se situar a efetiva realização didática. 2. Concepção e análise a priori das situações didáticas: o pesquisador, orientado pelas análises preliminares, delimita certo número de variáveis pertinentes ao sistema sobre os quais o ensino pode atuar chamadas de variáveis de comando (microdidáticas ou macrodidáticas). 3. Experimentação: consiste na aplicação da sequência didática, tendo como pressupostos apresentar os objetivos e condições da realização da pesquisa, estabelecer o contrato didático e registrar as observações feitas durante a experimentação. 4. Análise a posteriori e validação: A análise a posteriori consiste em uma análise de um conjunto de dados colhidos ao longo da experimentação, como por exemplo, produção dos alunos, registros de observadores e registro em vídeo. Nessa análise, se faz necessário sua confrontação com a análise a priori para que seja feita a validação ou não das hipóteses formuladas na investigação.

Com isso, na primeira fase de análise preliminar, realizamos um levantamento bibliográfico no Banco de teses e dissertações da coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES) e, ainda, o levantamento bibliográfico preliminar das matrizes curriculares e ementários de algumas Universidades Públicas do Estado do Ceará, que foram a Universidade Estadual do Ceará (UECE), a Universidade Federal do Ceará (UFC), o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), a Universidade Estadual do Vale do Acaraú (UVA), a Universidade Regional do Cariri (URCA) e a Universidade da Integração Internacional da Lusofonia AfroBrasileira (UNILAB), visando a compreender, estudar e analisar a formação inicial e continuada do professor de Matemática.

Já na segunda fase, idealizamos e planejamos as ações do curso de extensão universitária, que realizamos na UECE, para professores de Matemática, tendo, nesse momento, a elaboração das técnicas (questionário inicial, final e entrevistas semiestruturadas), atividades, apostila, roteiro didático de produção de OAs e demais materiais didáticos, que foram facilitadores na execução dos procedimentos.

Na terceira fase, deu-se a efetiva experimentação das ações, quando executamos o que havia sido estudado e planejado anteriormente, aplicando os documentos de coletas de dados da pesquisa para análises das percepções dos profissionais, sobre o uso pedagógico de OA no ensino de Matemática, nos devidos momentos e sob a correta intervenção.

Já a produção didática desses recursos educacionais se deu mediante a construção de roteiros didáticos de produção digital para construção de OAs nas categorias vídeo de animação na plataforma *animaker*, sendo finalizado com uma discussão sobre as vantagens e desvantagens da utilização e produção de OAs.

Na quarta e última fase, processamos as informações adquiridas durante o curso de extensão, para estabelecer a análise *a posteriori* e validação da pesquisa, em que, de maneira quantitativa e qualitativa, conseguimos delinear e discutir sobre as percepções desses indivíduos em relação ao uso pedagógico de OAs no ensino de Matemática.

Os questionários inicial e final foram aplicados com o intuito de estabelecer o paralelo entre o antes e o depois das intervenções didáticas, pedagógicas e tecnológicas no ensino de Matemática. Constatamos que apenas 6% dos participantes do curso de extensão já conheciam OAs, sendo estes professores de Matemática em caráter inicial e continuado de sua práxis docente.

No mesmo sentido, a partir de relatos sobre os interesses que moveram os profissionais a buscar formação inicial e continuada sobre o uso pedagógico de OAs no ensino de Matemática, constatamos que 18% tinham curiosidade de conhecer o assunto, 18% gostariam de ampliar seus conhecimentos matemáticos, 23% buscavam atividades como componentes curriculares para suas trajetórias acadêmicas, mas a maioria, ou seja, 41%, possuíam interesse em conhecer metodologias inovadoras.

Prosseguindo, foram promovidos estudos e discussões dos dados subjetivos. Para compreender as percepções dos participantes, fizemos uso do método de análise de conteúdo. Segundo Campos (2004, p. 611), trata-se de “um método muito utilizado na análise de dados qualitativos é o da análise de conteúdo, compreendido como um conjunto de técnicas de pesquisa cujo objetivo é a busca do sentido ou dos sentidos de um documento”.

Esse método permite o estudo dos diálogos e discursos dos participantes, buscando agrupá-los segundo determinados questionamentos, em núcleos de sentidos ou eixos temáticos e recorrentes a esses procedimentos. Demos seguimento com a categorização das percepções, de acordo com sua familiarização de relatos e diálogos.

Enfatizando o término das atividades contidas no cronograma de ações, realizamos uma discussão sobre o uso e produção pedagógica de OAs no ensino de Matemática, em que analisamos as desvantagens e vantagens deste processo. Entre as desvantagens da utilização de OAs, destacamos problemas técnicos, estrutura inadequada, falta de tempo suficiente para o planejamento e ausência do apoio da gestão.

Entre as vantagens desse uso, comprovamos que o OA é um recurso atrativo, por possuir uma visualização facilitada de conceitos matemáticos e fácil acessibilidade, que pode ser apresentada como complemento às atividades e apoio aos conteúdos dessa ciência.

Já as desvantagens da produção de OAs foram a falta de tempo para produzir recursos didáticos digitais, segundo as necessidades do professor de Matemática e a lentidão do processo. Quanto às vantagens, podemos indicar o direcionamento do assunto para o conteúdo que se deseja trabalhar, não perdendo o foco, podendo salvar o projeto de construção de OAs para reutilização posterior e a divulgação destes.

Portanto, é possível um cotidiano escolar mais significativo, que impulse o professor em formação inicial ou continuada a usar recursos, métodos e metodologias, que facilitem o ensino de Matemática, buscando e almejando a aprendizagem concreta e abstrata dos conceitos, podendo assim elevar os níveis cognitivos de discentes e docentes, quanto às suas experiências e práticas vivenciadas.

Considerações finais

A era da informação e comunicação tem nos proporcionado experiências inovadoras em paralelo ao uso de recursos facilitadores da aprendizagem e do ensino de Matemática, sendo estes propiciadores de interesse dos discentes e favorecedores de aprendizagem da Matemática, por serem contextualizados segundo objetivos específicos dos idealizadores, permitindo que os discentes sejam levados a aprender a aprender

Matemática, desenvolvendo-se rumo às expectativas atuais e segundo um currículo interdisciplinar.

Percebemos também, ao estudar os ementários das universidades públicas do nosso estado, que ainda não é suficiente às formações de cunho tecnológico, ofertadas no período acadêmico, comprometendo a constituição de um professor pesquisador, que detenha conhecimentos tecnológicos e pedagógicos, para facilitar metodologicamente a exploração dos conceitos da Matemática Científica e Escolar.

Por isso, muitas vezes, os impactos na formação já começam desde o período de graduação inicial, quando deveriam sair formados, arrecadando conhecimentos de Matemática Científica, atrelada ao rigor científico, para bem empregar na Matemática Escolar, vivenciada em sala de aula, inserindo ainda o uso pedagógico de recursos educacionais digitais, como os OAs.

Além disso, claramente concluímos que a insegurança de professores de Matemática em sala de aula, quanto à utilização desses materiais acaba ocorrendo no cotidiano escolar com muita frequência, pois a falta de capacitação correta pode gerar diversos malefícios para a educação Matemática.

Nesse sentido, vemos que a utilização de OAs deve-se dar em paralelo a um planejamento fundamentado, pontuando os devidos objetivos estabelecidos no ensino de Matemática, tendo esclarecido que o recurso sozinho não resolve ou soluciona problemas educacionais, mas oferece a discentes, docentes e comunidade escolar a possibilidade de uma aprendizagem significativa.

Também, não podemos deixar de destacar que existem várias desvantagens e vantagens no uso e na produção de OAs, mas que a formação inicial e continuada de professores de Matemática, frente ao uso de ferramentas, recursos didáticos ou digitais, técnicas, métodos e metodologias de ensino pode contribuir e até apoiar a explanação e assimilação de saberes do conhecimento matemático.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMOULOUD, S. A.; SILVA, M. J. F. Engenharia didática: evolução e diversidade. *Revemat: Rev. Eletr. de Edu. Matem.*, v. 7, n. 2, p. 26-27, 2012.

CAMPOS, C. J. G. Método de análise de conteúdo: ferramenta para a análise de dados qualitativos no campo da saúde. *Revista Bras. Enferm.*, p. 611-614, set./out. 2004.

CASTRO-FILHO, J. A.; FREIRE, R. S.; FERNANDES, A. C.; LEITE; M. A. Quando objetos digitais são efetivamente para aprendizagem: o caso da matemática. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 19., 2008, Fortaleza. *Anais [...]*. Fortaleza, 2008.

MOREIRA, P. C.; DAVID, M. M. M. S. *A formação matemática do professor: licenciatura e prática docente escolar*. Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

PINHEIRO, A. C. M.; BORGES NETO, H.; PINHEIRO, T. S. M. Quando e como utilizar o ambiente computacional para o ensino de conceitos matemáticos: uma proposta de organização do trabalho docente. In: SANTOS, A. N.; ROGÉRIO, P. (org.). *Currículo: diálogos possíveis*. Fortaleza: Edições UFC, 2013. p. 149-164.

PIRES, D. V. G. *et al.* A utilização de softwares educacionais para o ensino e a aprendizagem de conteúdos matemáticos. In: CONGRESSO DASBC, WIE – WORKSHOP SOBRE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 18., 2008, Belém do Pará. *Anais [...]*. Belém do Pará, 2008.

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

WILEY, D. A. Connecting learning objects to instructional design theory: a definition, a metaphor, and taxonomy. In: WILEY, D. A. (ed.). *The instructional use of learning objects*. 2000. Disponível em: <https://www.reusability.org/read/>. Acesso em: 14 ago. 2017.

OS NÚMEROS RACIONAIS E AS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM MATEMÁTICA DOS ALUNOS DO 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

*Renato Vieira Tavares³⁶
Francisco Regis Alves Vieira³⁷
Maria José Costa dos Santos³⁸*

Introdução

Sabemos que a matemática está na base da relação dos processos de ensino e de aprendizagem e constitui um dos saberes que o professor precisa dominar para ensinar. Com isso, chamamos a atenção para a complexidade da relação entre este saber e a prática na sala de aula.

As Escolas Estaduais de Educação Profissional do estado do Ceará recebem cerca de 135 a 180 novos alunos, divididos em três ou quatro turmas, no 1º ano do Ensino Médio. Essas turmas são formadas

³⁶Mestre em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA), pela Universidade Federal do Ceará (UFC), e professor de Matemática na rede estadual de ensino do estado do Ceará.

³⁷Doutor em Matemática, pela Universidade Federal do Ceará. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). E-mail: fregis@ifce.edu.br

³⁸Pós-doutora em Educação na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Professora, pesquisadora e orientadora na Faculdade de Educação (FACED/UFC), no Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE/UFC) e no ENCIMA/UFC. Líder do Grupo de Pesquisa G-Tercoa / CNPq. E-mail: mazzesantos@ufc.br

pelos alunos egressos do 9º ano do Ensino Fundamental advindos da rede municipal ou privada de ensino. Porém, desse público, cerca de 80% do total são de escolas públicas, e apenas 20% de escolas particulares. Para a seleção desses alunos, existe um critério que consiste em uma ordenação a partir da média das notas da etapa do Ensino Fundamental, não havendo nenhum processo seletivo por meio de avaliação. No processo de chegada desses alunos à escola estadual de educação profissional, percebemos que era recorrente a presença de parte significativa dos novos alunos com dificuldades de aprendizagem em matemática básica. Já no primeiro bimestre, para iniciar os conteúdos do 1º ano do Ensino Médio, era importante que os alunos tivessem noções de conjuntos, funções, trigonometria, geometria plana, probabilidade etc., conteúdos necessários para que pudessem seguir sem dificuldade nessa etapa dos estudos.

Logo no início do ano de 2017, identificamos que os alunos recém-chegados do 9º ano do Ensino Fundamental apresentavam dificuldades conceituais de interpretação textual na resolução de problemas e operacionais básicas. Após essa constatação, por meio de uma atividade avaliativa escrita, em sala de aula, iniciamos uma breve revisão de conteúdos do Ensino Fundamental.

Com a finalidade de minimizar essas dificuldades, foram sugeridas aulas de “nivelamento” na disciplina de matemática. Nessas aulas de revisão, passamos a usar a Khan Academy, como alternativa de material curricular digital, o que nos possibilitou auxiliar melhor os alunos com maior dificuldade, desde as operações aritméticas básicas, até os números racionais, que eram a principal barreira cognitiva desses alunos. Assim, o principal foco desse estudo foi colaborar para que os alunos recém-saídos do 9º ano do Ensino Fundamental e recém-chegados ao 1º ano do Ensino Médio melhorassem a aprendizagem de números racionais.

Visando a essa melhoria, utilizamos como recurso didático digital a Khan Academy, apoiada pelas

Além do recurso digital da Khan Academy, buscamos também apoio nas concepções teórico-metodológicas da Metodologia de ensino Sequência Fedathi, a qual subsidiou as etapas do ensino e da aprendizagem em sala de aula (SANTOS, 2018). A questão principal que nos

norteou nesse estudo foi: quais as principais dificuldades na aprendizagem dos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental sobre os números racionais? De modo geral, nosso objetivo foi subsidiar a superação das dificuldades conceituais desses alunos em relação aos números racionais, a partir da aplicação concomitante de uma proposta metodológica e da plataforma Khan Academy.

A pesquisa é de cunho qualitativo (GIL, 2008). Fizemos buscas em *sites* e bibliotecas virtuais, para compreendermos o que já havia sido discutido sobre essas temáticas em nível local, mas também nacional. Além disso, realizamos reflexões sobre o desempenho dos alunos na plataforma Khan Academy e nos fundamentamos nos princípios da Sequência Fedathi, a fim de aperfeiçoar a aprendizagem desse conceito e melhor compreender as principais dificuldades dos alunos relativa aos números racionais (SANTOS, 2007).

Os números racionais: história e conceito

Na educação básica, precisamente no Ensino Médio, dá-se uma revisão de conjuntos numéricos e suas operações. Os conhecimentos obtidos no Ensino Fundamental são então apresentados como conjuntos numéricos sob a perspectiva de conjuntos, destacando-se a relação entre subconjuntos $\mathbb{N} \subset \mathbb{Z} \subset \mathbb{Q} \subset \mathbb{R}$.

O conjunto dos números racionais é definido de variadas formas nos diversos livros didáticos do Ensino Fundamental e Médio. Em um livro destinado a alunos do 1º ano do Ensino Médio, encontramos, por exemplo, a seguinte definição: “O conjunto dos números racionais, identificado por \mathbb{Q} , é inicialmente descrito como o conjunto dos números quocientes entre dois números inteiros, em que o divisor é diferente de zero” (IEZZI *et al.* 2016, p. 23). Essa definição pode ser escrita sob a notação (1) $\mathbb{Q} = \{a/b \mid a \in \mathbb{Z} \text{ e } b \in \mathbb{Z}^*\}$.

Formalmente, o conjunto dos números racionais pode ser construído sob a axiomática de Peano a partir do entendimento dos conjuntos \mathbb{N} e \mathbb{Z} e das definições matemáticas de *produto cartesiano*,³⁹

³⁹ Produto cartesiano de A por A, denotado por $A \times A$, é o conjunto de todos os pares ordenados compostos por elementos de A (FERREIRA, 2013, p. 7).

*relação binária*⁴⁰ e *relação de equivalência*.⁴¹ A segunda e terceira parte do livro “A construção dos números”, de Ferreira (2013), trazem a construção de \mathbb{N} e \mathbb{Z} , respectivamente, suas relações de ordem, operações bem definidas, e a função de \mathbb{N} para \mathbb{Z} , definida por “Seja $f: \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{Z}$ dada por $f(m) = (m, 0)$. Então f é injetora, e valem as seguintes propriedades: (i) $f(m+n) = f(m) + f(n)$; (ii) $f(m \cdot n) = f(m) \cdot f(n)$; (iii) se $m \leq n$, então $f(m) \leq f(n)$ ” (FERREIRA, 2013, p. 45).

A função $f: \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{Z}$ é chamada imersão de \mathbb{N} em \mathbb{Z} e mostra que \mathbb{Z} é infinito e possui uma cópia algébrica de \mathbb{N} , o conjunto \mathbb{Z}_+ . Porém, como o foco deste estudo são os números racionais, concentremo-nos na quarta parte do livro e deixemos a critério do leitor buscar na literatura melhor entendimento das imersões.

Dado o produto cartesiano de $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}^* = \{(a, b) \mid a \in \mathbb{Z} \text{ e } b \in \mathbb{Z}^*\}$, define-se nele a relação $(a, b) \sim (c, d)$ como sendo $ad = bc$. Seguindo o raciocínio, é possível demonstrar que a relação \sim é uma relação de equivalência, ou seja, essa relação tem as propriedades reflexiva, simétrica e transitiva por meio de um teorema. Quando temos que $(a, b) \in \mathbb{Z} \times \mathbb{Z}^*$, denotamos por a/b a classe de equivalência do par (a, b) pela relação \sim acima. Assim, (2) $a/b = \{(x, y) \in \mathbb{Z} \times \mathbb{Z}^* \mid (x, y) \sim (a, b)\}$ (FERREIRA, 2013, p. 54).

Em suma, “Denotamos por \mathbb{Q} , e denominamos o conjunto dos números racionais, o conjunto quociente de $\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}^*$ pela relação de equivalência \sim ” (FERREIRA, 2013, p. 55). A aparência da relação quociente entre o produto cartesiano e a relação de equivalência (3) não aparecem nos livros didáticos, mas a definição como sendo uma representação de um número fracionário (4) é bem familiar.

$$(3) \mathbb{Q} = (\mathbb{Z} \times \mathbb{Z}^*) / \sim$$

$$(4) \mathbb{Q} = \{a/b \mid a \in \mathbb{Z} \text{ e } b \in \mathbb{Z}^*\}$$

A descrição do processo de construção do conjunto dos números racionais apresentada por Ferreira (2013) não é trivial, apresenta ar-

⁴⁰ Uma relação binária R num conjunto A é qualquer subconjunto do produto cartesiano $A \times A$, isto é, $R \subset A \times A$ (FERREIRA, 2013, p. 8).

⁴¹ Uma relação R em A diz-se relação de equivalência se possuir as seguintes propriedades: reflexiva, simétrica e transitiva (FERREIRA, 2013, p. 9).

gumentos a partir de uma matemática acadêmica. Segundo Bernstein (2000, 2003), conforme citado por Grilo *et al.* (2016, p. 254), “quando um texto é deslocado de um contexto a outro por meio da recontextualização pedagógica, ele se transforma em outro texto, não podendo mais ser identificado com aquele que foi recontextualizado”. Esse processo de transformação da Matemática Acadêmica para a Matemática Escolar nos interessa. Relativamente ao uso de frações por povos antigos, Santos (2007) e Caraça (1951) destacam que

As antigas civilizações necessitaram da expressão numérica de medição, pois as terras que margeavam os rios, relevantes para a sobrevivência daquele povo, eram propriedades do Estado, que, para ajudar as famílias, arrendava áreas e cobrava desta forma impostos proporcionais. Quando os rios enchiam, no entanto, as famílias perdiam parte de suas áreas de terra, e continuavam a pagar pela área inicial. Assim, foi sentida a necessidade de criar uma medida que superasse a impossibilidade do número inteiro e desta maneira o homem cria outro instrumento numérico, institui os números fracionários, e, desta forma, ele consegue medir uma grandeza, tomando a unidade e as frações desta unidade (SANTOS, 2007, p. 50-51).

Contam que o rei Sesóstris “tinha repartido todo o Egito entre os egípcios, e que tinha dado a cada um uma porção igual e retangular de terra, com a obrigação de pagar por ano um certo tributo. Que se a porção de algum fosse diminuída pelo rio (Nilo), ele fosse procurar o rei e lhe expusesse o que tinha acontecido à sua terra” (CARAÇA, 1951, p. 32). Ainda segundo Caraça (1951), “ao mesmo tempo o rei enviava medidores ao local e fazia medir a terra, a fim de saber de quanto ela estava diminuída e de só fazer pagar o tributo conforme o que tivesse ficado de terra. Eu creio que foi daí que nasceu a Geometria e que depois ela passou aos gregos” (CARAÇA, 1951, p. 32).

As frações eram utilizadas no cotidiano e em situações diversas, em contextos que vão desde o arrendamento de propriedades até o pagamento de impostos proporcionais à medida da área de suas propriedades. Destaque-se também a escrita, sobre a qual Centurión (2002), citado por Santos (2007), afirma:

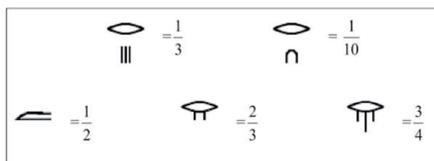
Historicamente, podemos acentuar que isso aconteceu por volta de 3000 a.C. com as civilizações Egípcia e Mesopotâmica. Foram essas civilizações que desenvolveram uma notação especial para alguns tipos de frações com a necessidade de se medir grandezas, que eram maiores ou menores do que o todo, pois como já expresso, os números inteiros já não eram suficientes para responder à pergunta “Quanto mede?” e, desta forma, segundo Centurión, “o homem vem se deparando com situações deste tipo há milhares de anos. Por isso teve necessidade de criar um novo tipo de número: os números fracionários, que indicam parte de um todo” (CENTURIÓN, 2002, p. 211 *apud* SANTOS, 2007, p. 51).

Dentre os povos citados, Lopes (2008) destaca os egípcios e suas frações curiosas e ricas de significados. Eles representavam uma fração qualquer justapondo frações unitárias (um modo de indicar a soma). Segundo Carvalho (1990),

Como sabemos, os egípcios só trabalhavam com frações unitárias, isto é, da forma $1/n$, sendo n um número natural [à exceção de $2/3$ e, às vezes, das frações da forma $n/(n+1)$]. Obviamente, em seus problemas matemáticos apareciam frações da forma m/n , que deviam então ser escritas usando-se: somente frações unitárias distintas. Ou seja, era necessário escrever $m/n = 1/n_1 + 1/n_2 + \dots + 1/n_k$ com n_1, n_2, \dots, n_k naturais distintos (CARVALHO, 1990, p. 8).

Abaixo, apresentamos alguns exemplos de frações m/n transformadas em frações do tipo $m/n = 1/n_1 + 1/n_2 + \dots + 1/n_k$ e uma figura com a notação para frações utilizada pelos egípcios. Exemplos: $1/1 = 1/2 + 1/3 + 1/6$; $2/3 = 1/2 + 1/6$; $3/4 = 1/2 + 1/4$; $2/5 = 1/3 + 1/15$; $3/5 = 1/2 + 1/10$; $4/5 = 1/2 + 1/4 + 1/20$; $2/7 = 1/4 + 1/28$; $3/7 = 1/3 + 1/11 + 1/231$; $4/7 = 1/2 + 1/14$; $5/7 = 1/2 + 1/5 + 1/70$; $6/7 = 1/2 + 1/3 + 1/42$; $3/8 = 1/3 + 1/2$.

Figura 1 – Notação para frações no hieróglifo



Fonte: Lopes (2008, p. 14).

A utilização de frações unitárias e simbologia dos egípcios (Figura 1) foi só um dos passos para a generalização e aceitação do conceito de frações, sobre as quais Courant e Robbins (1941/1996), citados por Powell (2018), dizem que

Depois de mais de três ou quatro milênios desde seus surgimentos, o uso e a notação para simbolizar frações evoluíram. No entanto, foi somente no século XVII que os matemáticos aceitaram as frações não apenas como razões sem estado numérico, mas como números, como objetos iguais aos números naturais. A aceitação das frações permitia equações da forma $a \cdot x = b$ que tem por solução, $x = b/a$, sem restrições, desde que $a \neq 0$. Também, licenciava a generalização de números com as quatro operações – adição, subtração, multiplicação e divisão – como um domínio fechado, um campo algébrico (COURANT; ROBBINS, 1941/1996 *apud* POWELL, 2018, p. 83).

Prosseguimos com a concepção de que as frações possuem grande riqueza histórica, possibilitando a utilização de tais aspectos, a exemplo das frações unitárias e da evolução da notação e escrita, como oportunidade para a abordagem do tema na educação básica. Segundo Caração (1951), o conjunto dos números racionais, ou campo racional, compreende o conjunto dos números inteiros e aquele formado pelos números fracionários. Esse conjunto numérico possui duas vantagens, a primeira delas surge com a possibilidade de exprimir um segmento tomando outro como unidade, enquanto a segunda estabelece que, na divisão de inteiros, m e n podem exprimir-se pelo número racional m/n simbolicamente, os resultados podendo ser números racionais inteiros ou números racionais fracionários (CARAÇA, 1951).

Da definição de número racional, quaisquer que sejam os números m e n , com n não nulo, segue que: I) Se m for divisível por n , o número m/n coincide com o número inteiro que é o quociente da divisão; II) Se m não for divisível por n , o número m/n diz-se fracionário. Os números m e n são respectivamente chamados de numerador e denominador (CARAÇA, 1951). Exemplo: O valor m é chamado de numerador, e o valor n é chamado de denominador. Por exemplo, em $2/3$, o numerador é igual a 2, e o denominador é igual a 3.

A seguir, tratamos de ordenação, igualdade, desigualdade e operações no campo dos racionais. “Seguindo o processo de ensino das frações, temos a comparação de frações para que se identifique quando uma é menor ou maior do que a outra. É comum a confusão, pois geralmente se erra por não perceber de imediato qual é a fração maior ou a fração menor”. No caso da simplificação das frações, a forma simplificada também é chamada de fração irredutível. Segundo Santos (2007), deve-se “sempre que for possível, dividir o numerador e o denominador de uma fração por um número natural maior do que 1 e, desta forma, obter uma fração equivalente, na forma simplificada, com numerador e denominador menores” (SANTOS, 2007, p. 52). Segundo Ávila (2001), “toda fração irredutível p/q , quando convertida à forma decimal, resulta numa decimal finita ou periódica, ocorrendo este último caso se o denominador q contiver algum fator primo diferente de 2 e 5” (ÁVILA, 2001, p. 7).

De maneira quase universal, efetuando a divisão do numerador pelo denominador de uma fração, chegamos a uma conversão chamada de representação decimal (ÁVILA, 2001; CORRÊA, 2008). Ao final desse processo, existem dois tipos de representação decimal para números racionais, sendo uma representação finita (se o denominador da fração, em forma irredutível, só contiver os fatores primos de 2 ou 5) e outra representação infinita e periódica (se o denominador da fração contiver algum fator primo diferente de 2 e 5) (ÁVILA, 2001). Exemplos: $1/2 = 0,5$ (Representação finita); $1/3 = 0,333333\dots$ (Representação infinita); $1/4 = 0,25$ (Representação finita); $1/5 = 0,2$ (Representação finita); $1/6 = 0,166666\dots$ (Representação infinita); $1/7 = 0,142857142\dots$ (Representação infinita); $1/8 = 0,125$ (Representação finita); $1/9 = 0,111111\dots$ (Representação infinita). Todo número fracionário possui uma representação decimal que é finita ou é uma dízima periódica, a recíproca é verdadeira (CORRÊA, 2008). Dos exemplos acima, o número $0,333333\dots$ é uma dízima periódica simples, representada por 0,3, tendo 3 como período. No caso do número $0,166666\dots$, tem-se uma dízima periódica composta representada por 0,16, cujo período é 6.

Quadro 1 – Resumo do tópico

Conceitos	Definição	Exemplo
Representação Fracionária Irredutível	Se um racional r admite a representação fracionária $r = m/n$, com m e n inteiros, então, simplificando o mdc (m, n), obtemos uma representação fracionária irredutível para r .	Escrevemos $12/16 = 3/4$, pois mdc (12,16) = 4 simplificando o fator 4, obtemos $12/16 = 3.4/4.4 = 3/4$
Representação Decimal Finita	Se o denominador da fração em forma irredutível só contiver os fatores primos de 10 (2 e/ou 5), a decimal resultante será sempre finita.	Escrevemos $1/8 = 0,125$, pois $1/8 = 1/2^3 = 1.5^3/2^3.5^3 = 125/1000 = 0,125$ Como uma abreviação para a igualdade $1/8 = 1/10 + 2/10^2 + 5/10^3$
Representação Decimal Periódica	Toda fração irredutível m/n , quando convertida à forma decimal, resulta numa decimal finita ou periódica, ocorrendo este último caso se o denominador n contiver algum fator primo diferente de 2 e 5.	Escrevemos $1/12 = 0,083333...$, pois $1/12 = 8/10^2 + 3/10^3 + 3/10^4 + 3/10^5 + ...$

Fonte: adaptado de Muniz Neto (2013), Corrêa (2008) e Ávila (2001).

Um aspecto intrigante sobre a relação entre conjuntos: “Se é surpreendente que o conjunto N seja equivalente a vários de seus subconjuntos próprios, mais surpreendente é que o conjunto Q dos números racionais também seja equivalente a N , isto é, seja enumerável” (ÁVILA, 2001, p. 15). Trata-se de conjuntos infinitos que podemos ordenar construindo bijeções

Segundo Cantor, dois conjuntos são equivalentes, ou têm a mesma cardinalidade, ou a mesma potência, quando é possível estabelecer uma correspondência que leve elementos distintos de um conjunto em elementos distintos do outro, todos os elementos de um e do outro conjunto sendo objeto dessa correspondência (ÁVILA, 2001, p. 14).

Exemplos de conjuntos enumeráveis: conjunto dos números pares, $P = \{0, 2, 4, 6, 8, 10, \dots\}$ e conjunto dos números ímpares, $I = \{1, 3, 5, 7, 9, 11, \dots\}$. As demonstrações para esses fatos são encontradas em

Lima (1992). Chamamos de bijeção a correspondência entre os objetos. Utilizamos $A \rightarrow B$ para indicar que existe uma bijeção entre A e B (ÁVILA, 2001, p. 14). Mas, afinal, *o que é infinito?* Segundo Ávila, “Um conjunto se diz infinito quando não for finito” (2001, p. 15). O matemático George Cantor percebeu que nem sempre os conjuntos infinitos são iguais, porém, em alguns casos, é possível estabelecer correspondências entre conjuntos e mostrar que possuem o mesmo número cardinal (FREIRIA, 1992, p. 71). Por exemplo,

O Conjunto dos quadrados perfeitos ou o conjunto dos números triangulares têm a mesma "potência" que o conjunto de todos inteiros positivos, pois eles podem ser postos em correspondência biunívoca. Esses conjuntos parecem menores que o conjunto de todas as frações racionais, no entanto, Cantor mostrou que também esse último conjunto é contável ou enumerável. Seguindo o caminho indicado podemos “contar” as frações (FREIRIA, 1992, p. 71).

Esse argumento acompanha a ideia acerca do conjunto dos números racionais de que “As frações racionais são tão densas que, entre duas delas, há sempre outra, no entanto Cantor mostrou que o conjunto das frações têm a mesma ‘potência’ que a dos inteiros” (FREIRIA, 1992, p. 71). Como a cardinalidade dos inteiros é infinita e enumerável, temos, com o argumento da bijeção, que fenômeno semelhante ocorre nas frações racionais.

Cantor mostrou o caminho para “contar” as frações. Tal construção poderá facilmente ser apresentada por professores de matemática em suas salas de aula. O argumento para a demonstração da bijeção (ou correspondência biunívoca) de que o conjunto dos números racionais é enumerável segue em duas etapas (FREIRIA, 1992, p. 71; ÁVILA, 2001). Na primeira, iniciamos reunindo grupos de frações irredutíveis, das quais a soma do numerador com o denominador tenha o mesmo resultado, isto é, seja constante. Exemplo: soma vale 2 \rightarrow 1/1; soma vale 3 \rightarrow 1/2 e 2/1; soma vale 4 \rightarrow 1/3, 2/2 e 3/1; soma vale 5 \rightarrow 1/4, 2/3, 3/2 e 4/1; soma vale 6 \rightarrow 1/5, 2/4, 3/3, 4/2 e 5/1.

Na segunda etapa, percebendo que, em cada soma, existe um número finito de frações, escrevemos um grupo após o outro, na ordem

crescente das somas correspondentes. Ao final, enumeramos as frações à medida que aparecem (FREIRIA, 1992; ÁVILA, 2001). São representadas apenas as frações irredutíveis, e todas as frações equivalentes vão sendo eliminadas, ou seja, à medida que escrevemos a sequência, as frações repetidas são eliminadas.

$$\frac{1}{1} \quad \frac{1}{2} \quad \frac{2}{1} \quad \frac{3}{1} \quad \frac{1}{3} \quad \frac{1}{4} \quad \frac{2}{3} \quad \frac{3}{2} \quad \frac{4}{1} \quad \frac{5}{1} \quad \frac{1}{5} \quad \frac{1}{6} \quad \frac{2}{5} \quad \frac{3}{4} \quad \frac{4}{3} \quad \frac{5}{6} \quad \frac{6}{1} \quad \dots$$

O processo também pode ser apresentado na forma de uma tabela, anotam-se os números naturais a partir do número um nas colunas e linhas. Depois os numeradores e os denominadores das frações são, respectivamente, os valores da linha e da coluna.

Também é relevante, nessa discussão, o conceito de corpo, corpo ordenado e corpo ordenado completo, além de uma breve comparação entre os conjuntos dos números Racionais e Reais. Outro conceito importante, dentro do conjunto dos números racionais, é a sua incompletude. Nesse ponto, Richard Dedekind foi fundamental para a finalização do conceito de número real a partir dos números racionais. De acordo com Lopes (2006),

Tendo em conta que Dedekind pretendeu criar uma base aritmética sólida para o Conjunto dos Números Reais, a primeira secção – *Properties of Rational Numbers* da sua obra *Essays on the theory of numbers*, é relativa à reformulação em termos aritméticos das propriedades do conjunto que constitui a base da sua construção: o Corpo dos Números Racionais, que denota por \mathbb{R} , mas que aqui denotaremos por \mathbb{Q} . Assim, inicia a sua construção com três propriedades dos números racionais e com as correspondentes propriedades para pontos numa linha reta e é a partir dessa correspondência que Dedekind reflecte sobre a incompletude do Conjunto dos Números Racionais, ampliando este conjunto com a criação de novos números com o objetivo de que este adquira a mesma completude que uma linha (LOPES, 2006, 21-22).

Dedekind não enunciou teoremas, definições e propriedades, porém seu trabalho possibilitou concluir que o conjunto dos números

reais, por ele construído a partir dos racionais, é um Corpo Ordenado Completo (ÁVILA, 2001; LOPES, 2006). Desde já, deixamos claro que não entraremos em aspectos mais aprofundados sobre o tema. Os conjuntos dos números reais e racionais são corpos ordenados e

O que realmente diferencia um desses corpos do outro é o fato de R ser completo e Q não é. Dizer que o conjunto Q não é completo significa dizer que há cortes sem elemento de separação em Q , ao passo que R ser completo significa que todo corte tem elemento de separação, este elemento podendo estar em R , como no caso de $\sqrt{2}$ (ÁVILA, 2001, p. 32).

Mas quais as exigências de que um conjunto numérico precisa para ser um corpo, um corpo ordenado e um corpo ordenado completo? Segundo Lima (2010), para um conjunto de números ser um corpo, por exemplo, o conjunto dos números reais, são necessárias duas operações, adição e multiplicação. Além das operações, são exigidos os axiomas de Associatividade; Comutatividade; Elemento Neutro; Inversos e Distributividade (LIMA, 2010). O conjunto dos números racionais Q , munido das operações usuais de adição e multiplicação de frações, é um corpo (CORRÊA, 2008, p. 8).

Dizer que um conjunto é um corpo ordenado, no caso para R , significa que existe um subconjunto que cumpre as seguintes condições: 1) dados dois números reais positivos, a soma do produto é positiva; e 2) dado um elemento qualquer de R , ocorre que o elemento é positivo, negativo ou igual a zero (LIMA, 2010). O autor também estabelece a relação de ordem entre os elementos e suas propriedades.

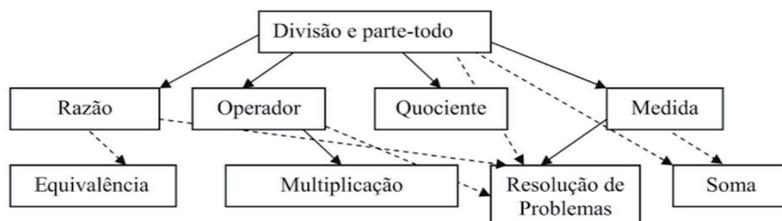
O termo corpo ordenado é motivado pelo seguinte fato. Se F for um corpo ordenado por um subconjunto K e se x e y forem elementos quaisquer em F dizemos que $x > y$ se, e somente se, $x - y \in K$. Temos que $>$ é uma relação de ordem total pois, dados $x, y \in K$, apenas uma das alternativas abaixo ocorre: $x - y \in K$, $-(x - y) = y - x \in K$, $x - y = 0$ (CORRÊA, 2008, p. 11).

“Um Corpo Ordenado Completo é um Corpo Ordenado no qual todo o subconjunto não vazio limitado superiormente [...] tem

supremo” (LOPES, 2006, p. 49). No caso dos números reais, para todo subconjunto de \mathbb{R} limitado superiormente, existe uma menor cota superior, e a chamamos de supremo, porém, nem sempre para um subconjunto de \mathbb{Q} limitado superiormente é possível encontrar uma menor cota superior no conjunto dos números racionais (LIMA, 2010; LOPES, 2006; CORRÊA, 2008). As demonstrações, teoremas e definições necessárias para melhor compreensão dos conceitos expostos acima podem ser encontradas em Lima (2010) e em diversas outras fontes.

O estudante é apresentado à informação “a fração é uma parte-todo” e, em outro momento, é confrontado com outros aspectos dentro do constructo. Uma síntese é mostrada no mapa apresentado por Behr *et al.* (1983), citado por Lopes (2008, p. 8)

Figura 2 – Mapa conceitual das frações



Fonte: Behr *et al.* (1983) citado por Lopes (2008, p. 8).

O mapa acima mostra a variedade de modos possíveis como uma fração pode ser apresentada ou utilizada, isto é, a partir da ideia macro de “parte do todo”, surgem razão; operador; divisão indicada como quociente; medida de quantidade contínua ou discreta etc. Surge então o questionamento: a definição pronta promove que tipo de aprendizado para o aluno?

O professor procura, então conhecer as várias maneiras possíveis de se considerar uma fração, a fim de proporcionar aos seus alunos a aquisição de um conhecimento tanto quanto possível completo, através de experiências bem selecionadas. À proporção que a aprendizagem se efetua, descobre-se que estas várias interpretações estão relacionadas (VALERA, 2003, p. 147).

Powell (2001) defende que “refletir criticamente sobre o que escrevem da matemática que estão aprendendo permite que os alunos desenvolvam critérios para monitorar seu desempenho e obtenham um maior controle sobre sua aprendizagem” (POWELL, 2001, p. 79). O resultado obtido pelo aluno é a satisfação pessoal de dever cumprido. Respondendo ao questionamento acima, de acordo com Lopes (2008),

A aprendizagem de frações não se dá com definições prontas, nomenclatura obsoleta e pseudo-problemas sobre pizzas e barras de chocolates. Os professores deveriam ter atenção para as complexidades que envolvem conceito tão delicado. Os obstáculos à aprendizagem são muitos e de várias naturezas. A começar pelo fato de que a palavra fração está relacionada a muitas ideias e constructos (LOPES, 2008, p. 7).

Entendemos que as dificuldades dos alunos com esse conceito surgem possivelmente a partir da apresentação inadequada do conceito por parte do professor, como também da não compreensão da natureza comportamental de um número fracionário, o que dificulta também a compreensão do conceito de números. A seguir, destacamos uma proposta pedagógica a fim de superar as dificuldades dos alunos de uma escola de educação profissional quanto aos números racionais.

A seguir, apresentamos a Khan Academy e as dificuldades com os números racionais dos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental.

Khan Academy e as dificuldades dos alunos do 9º ano do Ensino Fundamental com os números racionais

A Khan Academy é uma ferramenta gratuita e de fácil acesso, com *site* e aplicativo. Essa facilidade possibilitou que os alunos também a utilizassem fora do horário de aula. Criamos quatro turmas virtuais dentro da plataforma Khan, chamadas de E2017, I2017, M2017 e P2017, todas iniciadas com 45 alunos e, respectivamente, encerradas com 46, 45, 43 e 43 alunos (ver Quadro 1). O objetivo era obter progresso em

matemática na Missão Aritmética⁴² durante o primeiro bimestre do ano de 2017. Implementamos a ação seguindo quatro momentos: (1) ambientação e criação de turmas; (2) análise prévia do conhecimento do aluno; (3) análise das dificuldades de aprendizagem; e, por fim, (4) a consolidação da aprendizagem.

Ao trabalharmos com o curso de aritmética da Khan Academy, foi necessário dar apoio aos alunos. Para tanto, foram agendados horários no laboratório de informática da Escola profissionalizante. Foram trabalhadas 4h/aula semanais por turma. É importante destacar que o laboratório de informática possuía conectividade com a internet, dispunha de um total de 20 computadores e que os alunos, geralmente, utilizavam as máquinas formando duplas ou trios. Durante as aulas no laboratório de informática, os alunos esclareciam suas dúvidas, e o professor ficava mais atento aos alunos que apresentavam mais dificuldades. Para a superação das dúvidas, eram utilizados vídeos tutoriais da Internet, vídeos e dicas da própria Khan Academy. Alguns alunos, apesar de todo o aparato, persistiam no método tentativa e erro, mas a relação aluno-aluno, aluno-professor era percebida como ação relevante para o desenvolvimento dos conceitos.

Com essa abordagem e visando ao progresso da turma, conseguimos perceber quais eram os alunos com melhor aproveitamento ou com mais dificuldades na ferramenta, e quais eram os alunos que não utilizavam a plataforma. Tudo se relacionava com o tempo e a motivação individual. Ao final dessa ação, realizamos um questionário e recebemos o *feedback* de 113 alunos, sendo 26 respostas da turma E2017; 28 respostas da turma I2017; 31 respostas da turma M2017; e 29 respostas da turma P2019.

Após a verificação dos resultados dos alunos, a partir da experiência com o uso da plataforma Khan Academy, sentimos a necessidade de entender como materiais curriculares digitais poderiam auxiliar na aprendizagem matemática dos alunos advindos do 9º ano do Ensino

⁴²A missão aritmética é composta por 134 habilidades, com sugestões de desafios para o domínio das habilidades. Nos próximos capítulos, explicaremos mais detalhadamente essa ferramenta para o leitor (KHAN ACADEMY, 2018).

Fundamental anos finais. A plataforma Khan Academy (KA) possibilitou a aproximação dos alunos com dificuldades do conteúdo de sua série atual por fornecer uma variedade de recursos para o professor. Essa plataforma mostrou-se um recurso didático que permitia: 1) a cada usuário, usufruir de atividades de matemática; 2) ao professor, criar e acompanhar as turmas; 3) ao professor, recomendar *atividades, temas, testes ou habilidades*⁴³ individualmente ou para todas as turmas; e ainda 4) facilitar o acompanhamento individual e do grupo por apresentar dados estatísticos dos usuários, atualizados simultaneamente, apresentando desempenho, dificuldades dos alunos, tempo de uso da ferramenta etc.

Os ambientes utilizados, para as atividades na Khan Academy, foram a sala de aula e o laboratório de informática. Os alunos realizaram o cadastro individual na plataforma e depois solicitaram a participação nas turmas com um *código*⁴⁴ específico gerado pela Khan. As turmas na Khan foram: E2017, I2017, M2017 e P2017. O Quadro 2, a seguir, apresenta o quantitativo de alunos em cada turma na primeira etapa. À medida que os alunos praticavam os exercícios propostos, percebemos que alguns avançavam, mas outros continuavam com dificuldades.

Quadro 2 – Alunos por turma

Turmas	E2017	I2017	M2017	P2017
Meninas	11	10	26	37
Meninos	35	35	17	6
Total	46	45	43	43

Fonte: elaborado pelos autores.

Observando os resultados na KA, percebemos que parte dos alunos tinham dificuldades em lidar com os números racionais e, em geral, em trabalhar com operações, comparação entre dois racionais,

⁴³ A missão aritmética é composta por 134 habilidades, com sugestões de desafios para o domínio das habilidades. Nos próximos capítulos, explicaremos mais detalhadamente essa ferramenta para o leitor (KHAN ACADEMY, 2018).

⁴⁴ Possibilidades de apresentação de um conteúdo na Khan (KHAN ACADEMY, 2018).

ordenação etc. Mais especificamente, no Quadro 3, a seguir, apresentamos um recorte dos dados gerados na KA a partir das respostas dos alunos aos itens recomendados.

Quadro 3 – A quantidade de alunos por turma na KA com dificuldades em números racionais

Turma	Total de alunos da turma	Alunos com dificuldade(s) por habilidade	Habilidades de Aritmética da Khan Academy sobre números racionais nas quais os alunos mostraram maior dificuldade
E2017	46	11 11 8 5	Simplifique frações Arredonde números decimais Ordene as frações Problemas de soma e subtração de frações
I2017	45	15 11 11 10	Problemas de soma e subtração de frações Compare frações e números mistos Intuição sobre multiplicação de frações Ordene as frações
M2017	43	10 10 8 7	Ordene as frações Arredonde números decimais Problemas de multiplicação de frações Compare frações e números mistos
P2017	43	13 12 12 12	Problemas de divisão de frações Problemas de soma e subtração de frações Intuição sobre multiplicação de frações Arredondamento de números decimais

Fonte: adaptado de Khan Academy (2018). (<https://pt.khanacademy.org/coach/dashboard>).

À medida que os alunos praticavam as habilidades que a KA oferecia, os dados ficavam registrados na plataforma, com informações sobre o dia, hora e atividades realizadas. Na plataforma, também foi possível observar quais alunos praticavam determinada habilidade, se eles apresentavam dificuldades e quais deles realmente dominavam tudo referente àquela habilidade. Assim, o acompanhamento da turma possibilitava ao professor compreender quais eram as lacunas existentes e como proceder com determinados alunos.

O quantitativo de alunos com dificuldade(s) por habilidade(s), inicialmente não assusta, mas preocupa, visto que foram analisados alunos egressos do 9º ano do Ensino Fundamental anos finais. Nem todos os alunos praticavam as recomendações propostas. Por exemplo, tínhamos apenas 10 alunos com dificuldades na habilidade “Ordene as frações” da turma I2017. O exercício proposto pela KA pedia o seguinte: “Organize os números em ordem crescente”. No exemplo, são dadas as frações como mostra a Figura 3, a seguir.

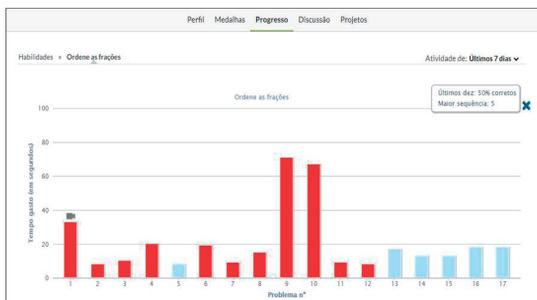
Figura 3 – Recomendação da Khan Academy “ordene as frações”

The screenshot shows the Khan Academy interface for the exercise "Ordene as frações". On the left, there is a sidebar with navigation options: "Comparação entre frações", "Praticar: Compare frações com denominadores e numeradores diferentes", "Comparar e ordenar frações", "Como ordenar frações", and "Praticar: Ordene as frações". The main area displays the exercise title "Ordene as frações" and the instruction "Ordene os números em ordem crescente. Coloque o menor número à esquerda." Below this, there are three fractions: $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{3}$, and $\frac{5}{5}$. A progress indicator shows "Você está no caminho certo! Veja uma resolução passo a passo." and "Relatar um problema". A star icon and the word "Correto!" indicate that the student has answered correctly. A button labeled "Próxima pergunta" is visible at the bottom right.

Fonte: adaptado de Khan Academy (2018). (<https://pt.khanacademy.org/coach/dashboard>).

O enunciado esclarece que se encontra “o menor número à esquerda”, eliminando a possibilidade de o estudante cometer o erro de ordená-los de forma inversa (ordem decrescente). Para entender melhor a ideia, selecionamos o percurso de um aluno (Figura 3), entre os que praticaram a habilidade “Ordene as frações”. O aluno, ao realizar a tarefa, resolveu 17 problemas diferentes. Errou 11 deles e acertou 6.

Gráfico 1 – Desempenho do aluno na recomendação da Khan Academy “Ordene as frações”



Fonte: adaptado de Khan Academy 2018 (<https://pt.khanacademy.org/coach/dashboard>).

A plataforma KA possibilitou que o aluno visse um vídeo ou uma dica quando errava determinada questão. No exemplo da Figura 3, o aluno não utilizou dica, ele utilizou um vídeo explicativo exatamente ao errar a primeira questão. Surgiu, nesse contexto, uma dúvida, sobre se o aluno realmente havia entendido o conceito ou apenas replicara o método advindo do ensino tradicional sobre como ordenar as frações.

Trabalhamos com possíveis hipóteses geradas a partir do trabalho com o conceito e dos recursos utilizados, do tipo: “Professor, não sei somar números fracionários!”, “Quais operações são mais simples?”, ou até “Como assim, professor, não entendi o que o problema pede!”. Tais hipóteses serão categorizadas e analisadas de acordo com o contexto em que forem sendo identificadas. Abaixo, o Quadro 4 mostra um exemplo de como podem surgir as categorizações a partir da tomada de posição.

Quadro 4 – Hipóteses dependentes/independentes do contexto

Conceito	Dependentes do contexto	Independentes do contexto
Bem construído	“São as frações e os números com vírgula”.	“O conjunto numérico composto por frações com numerador e denominador inteiro, números decimais finitos e infinitos periódicos é chamado de números racionais”.
De racionais como frações	“Eu sei que são aquelas frações, e eu não sei resolver frações”.	“Os números que possuem numerador e denominador inteiros, diferente de zero são chamados de frações”.
De racionais como decimais	“Estudei que são aqueles números com vírgulas que são difíceis de dividir”.	“Os números decimais são finitos ou infinitos e periódicos”

Fonte: elaborado pelos autores.

Por exemplo, a razão entre dois números inteiros é chamada de número racional, uma concepção estudada desde o Ensino Fundamental. O termo “razão” representa “divisão”, porém, para os números inteiros, não podemos pensar na operação de divisão (FERREIRA, 2013, p. 53) quando temos dois números primos entre si. Como a operação de divisão não está bem definida para números inteiros, nem sempre podemos dividir um número inteiro por outro inteiro diferente de zero objetivando encontrar um resultado inteiro.

Sequência Fedathi e os materiais curriculares

A Sequência Fedathi foi idealizada pelo Professor Dr. Hermínio Borges Neto,⁴⁵ na década de 1980, e disseminada pelo Grupo de Educação Matemática Multimeios (GEMM), nos anos 1990, e pelo Grupo Tecendo Redes Cognitivas de Aprendizagem (G-Tercoa), na atualidade. Entre os principais grupos de pesquisas da Sequência Fedathi, temos o GEM, atualmente sob a liderança do professor Hermínio, e o Laboratório Multimeios na FACED-UFC.

O Laboratório de Pesquisas Multimeios faz parte da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Ceará desde 1997. Desenvolve atividades de pesquisa, ensino e extensão sobre o uso tecnologias na Educação em especial no Ensino de Matemática e Ciências, e o impacto destas Tecnologias na formação docente. Outras áreas de atuação, também ligadas à questão das tecnologias digitais são a inclusão digital, educação a distância, TV digital e aplicativos para a Web (LABORATÓRIO DE PESQUISAS MULTIMEIOS, 2019).

Grupo de pesquisa certificado pelo CNPq desde 2015, liderado pela professora Dra. Maria José da Costa Santos, com atuação na Faculdade de Educação (FACED) da Universidade Federal do Ceará (UFC). Algumas das atividades do grupo são: publicações na área de educação matemática, currículo e avaliação, participação em eventos, grupos de estudos, projetos de pesquisa, organização de eventos e cursos de extensão para formação de professores de educação básica (G-TERCOA, 2019).

Além do Laboratório Multimeios, o G-Tercoa também se encontra em atividades de estudos, publicações de materiais e pesquisas sobre a Sequência Fedathi. A SF tem, como princípio pedagógico e formativo, a mudança de postura do docente, a partir de ações que coloquem o aluno em situação de aprendizagem (SANTOS, 2017). Apesar de ter foco no ensino, em nosso estudo, ela auxilia na elaboração da sessão didática e nos fundamenta didaticamente no desenvolvimento de atividades. Para Santos (2007), “a Sequência Fedathi, essencialmente, se caracteriza por

⁴⁵O Professor Doutor Hermínio Borges Neto coordenador do Laboratório de Pesquisa Multimeios – MM é professor titular do Departamento de Estudos Especializados da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Ceará (DEE/FACED/UFC).

possibilitar que o aluno vivencie a experiência Matemática, e por exigir do professor uma atitude diferente, a qual estamos acostumadas a ver nas salas de aula” (SANTOS, 2007, p. 21). O professor então promove uma mudança no processo pedagógico já no planejamento da sessão didática (a aula). Assim, a SF muda o foco, saindo do método tradicional de ensino, para um método em que o professor interage bem mais ativamente com os alunos, além disso, estimula hábitos de estudar, pesquisar, observar, ouvir e motivar uns aos outros.

O trabalho desenvolvido pelo matemático é bem diferente do realizado pelo professor de Matemática para a Educação Básica, que corresponde ao licenciado em matemática e ao pedagogo. O licenciado em matemática é formado para ministrar aulas nos anos terminais do ensino fundamental e no ensino médio. O pedagogo é formado para ministrar todas as disciplinas, referentes aos anos iniciais do ensino fundamental: português, matemática, ciências, geografia e história (LIMA; SANTOS; BORGES NETO, 2010, p. 46).

O estudo de Borges Neto *et al.* (2001) mostra a importância da construção de conceitos, de forma significativa, por meio da resolução de problemas, no ambiente de sala de aula. Também mostra que o professor deverá considerar experiências vivenciadas pelos alunos, seus conhecimentos anteriores acerca das atividades desenvolvidas, pois o produto dessa interação (produção do aluno) será o objeto sobre o qual o professor vai conduzir o processo de mediação, objetivando levá-lo à constituição do conhecimento.

De acordo com o modelo mostrado na Figura 3, Borges Neto *et al.* (2001, p. 6) explicam que o professor seleciona o problema, relacionando-o ao conhecimento que pretende ensinar. Após a escolha, ele apresenta aos alunos um problema usando uma linguagem clara. Os alunos passam então a explorar as possibilidades de solução. Por último, o professor analisa a produção dos alunos junto ao grupo. Esse processo entre mediação e construção gera a aquisição do conhecimento. Assim, baseados nesses pressupostos, trabalhamos com problemas sobre números racionais, com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, analisando como são explorados tais problemas. Surgirão, desse modo, soluções elaboradas no formato de textos para as questões, mediados pela interação entre professor e aluno objetivando a construção do conhecimento. Para Santos (2017),

Nas aulas de matemática, a SF enuncia na ação docente, que uma situação-problema deve conduzir o estudante a passar pelas etapas do trabalho de um matemático, assim, ele deve: a) interpretar os dados da situação que lhe foi apresentada; b) desenhar e desenvolver as variáveis que se apresentam na solução; e c) testar e validar as soluções conjuntamente com o professor – a prova, e isso ocorre, frente a um processo investigativo que ouse uma formação nessa direção (SANTOS, 2017, p. 84).

Com foco na situação-problema, sua trajetória desde seu entendimento, desenvolvimento de estratégias ou tentativas para apresentação de sua validação, a SF considera importante todo o processo para sua implementação bem-sucedida. Ou seja, possui fases que a justificam como uma metodologia de ensino. As fases são: Tomada de Posição; Maturação; Solução e Prova. No Quadro 5, a seguir, as quatro fases da SF estão descritas segundo Santos, Lima e Borges Neto (2013).

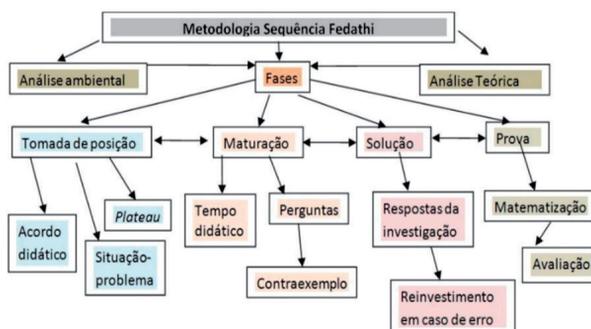
Quadro 5 – Fases da Sequência Fedathi

Fase da Sequência Fedathi	Descrição
Tomada de posição – apresentação do problema.	Consiste na apresentação de uma situação desafiadora que pode ser na forma escrita, verbal, por meio de jogos, ou outra forma. Pode ser realizada em grupo ou individualmente.
Maturação – compreensão e identificação das variáveis envolvidas no problema.	Representa o momento em que o estudante busca identificar e compreender as variáveis envolvidas na situação que lhe foi apresentada. Nessa ocasião, o professor deve mediar levantando algumas questões (hipóteses e contra-exemplos) que possam vir auxiliar o aprendiz no entendimento do problema, exemplo, refletir sobre: o que é pedido na situação? Quais os dados fornecidos? O que a situação solicita? Quais as variáveis envolvidas na situação apresentada?
Solução – representação e organização de esquemas/modelos que visem à solução do problema.	Sinaliza a fase em que o aprendiz organiza esquemas para encontrar a solução, e os apresenta ao grupo maior. Diante das soluções apresentadas, o professor tem o papel de contra-argumentar, apresentando, se necessário, contraexemplos, promovendo equilíbrios/desequilíbrios cognitivos no estudante com o intuito de ampliar e consolidar os conhecimentos, a fim de esclarecer possíveis dúvidas nas soluções (hipóteses) dos estudantes.
Prova – apresentação e formalização do modelo matemático a ser ensinado.	Representa a etapa em que o estudante faz a verificação da solução encontrada confrontando o resultado com os dados apresentados. Nesse momento, o professor faz analogias com os modelos científicos preexistentes, formaliza o conhecimento científico construído e formaliza matematicamente o modelo apresentado.

Fonte: adaptado de Santos, Lima e Borges Neto (2013, p. 7634).

A Sequência Fedathi, como apresentada no Quadro 5, estrutura-se em quatro fases, as quais, como assinala Santos (2017, p. 88), “estão em constante movimento didático, e podem mudar de lugar, a depender do professor e aluno, e do modelo didático em pauta”. Os elementos que compõem esse movimento são mostrados na Figura 4, na qual Santos (2017) apresenta um mapa mental sobre a metodologia.

Figura 4 – Etapas da preparação da Sessão didática



Fonte: Santos (2017, p. 88).

A Figura 4 mostra que, além das quatro fases da Sequência Fedathi (descritas no Quadro 5), existem várias etapas em que o professor torna viável a utilização dessa metodologia de ensino. Tomem-se, por exemplo, a análise ambiental e a análise teórica, as quais antecedem o desenvolvimento das fases da SF. Santos (2017) explica que a análise ambiental atende a análise do *plateau* (nível de conhecimento e experiência do aluno) e a análise teórica (escolhas do material pedagógico adequado ao lócus e ao público). Na implementação de cada fase, surgem as ramificações, que vão desde o Acordo didático (envolvimento entre o professor – conteúdo – aluno) presente na fase inicial, a Tomada de posição, seguindo até o encerramento com a Matematização e Avaliação presente na fase final, a Prova. Sobre o *Plateau* e o Acordo didático, Sousa (2015) diz

Plateau é uma palavra de origem francesa, cujo significado mais comum é planalto. Na vivência da Sequência Fedathi é utilizada como patamar, nivelamento ou base de equilíbrio do conhecimento do aluno, pensado no momento da preparação didática ou proporcionado pelo professor logo no início da aula sobre um conteúdo

que precise de um nivelamento, ou seja, de uma base de conhecimento para ser ensinado. (SOUSA, 2015, p. 57). [...] O acordo didático significa, portanto, a combinação e os ajustes feitos entre professor e estudantes, de modo a garantir que cada uma das partes desenvolva na sala de aula o que for necessário, dentro da capacidade de cada um, para que o ensino e a aprendizagem sejam efetivados em um ambiente harmônico, também levando em consideração as possíveis desavenças que normalmente acontecem em um espaço aberto à investigação, à pesquisa (SOUSA, 2015, p. 62).

Os conceitos de *Plateau* e Acordo didático serão bem utilizados na vivência da sessão didática e na elaboração da Proposta Pedagógica. Finalizamos ainda com a passagem de Lima *et al.* (2013), que mostra a real importância da Sequência Fedathi. Segundo os autores,

A grande contribuição dessa metodologia é primar pelo momento da maturação e da solução, que normalmente não ocorre em sala de aula. É comum nas aulas de Matemática, o professor lançar o desafio e resolvê-lo em seguida, sem dar oportunidade ao estudante de experimentar, construir essa Matemática (LIMA *et al.*, 2013, p. 7634).

A Sequência Fedathi é uma ferramenta útil na apresentação de conceitos matemáticos por ser versátil e manter o foco no professor e nos alunos. O Quadro 6 apresenta a Sequência Fedathi sob a perspectiva de Sousa (2015).

Quadro 6 – Estrutura de desenvolvimento da Sequência Fedathi, com seus níveis e etapas

SEQUÊNCIA FEDATHI	
1º nível: Preparação – Organização didática do professor, com análise do ambiente, análise teórica e elaboração do plano de aula.	
2º nível: Vivência – Desenvolvimento/ execução do plano/ sessão didática na sala de aula.	1ª etapa: Tomada de posição – introdução da aula, com o acordo didático e a apresentação do problema.
	2ª etapa: Maturação – resolução do problema pelos alunos, com a mediação do professor.
	3ª etapa: Solução – socialização dos resultados encontrados pelos alunos.
	4ª etapa: Prova – formalização/generalização do modelo matemático a ser ensinado, conduzida pelo professor.
3º nível: Análise – Avaliação da aula pelo professor.	

Fonte: Sousa (2015, p. 41-42).

Como se vê, o autor apresenta três níveis da SF: *preparação, vivência e análise*. O primeiro se refere ao planejamento da experimentação, ou seja, a elaboração da sessão didática (disponibilizamos um modelo no Apêndice B). O segundo nível é fase de execução das quatro etapas da Sequência Fedathi, e o nível três, a avaliação do trabalho realizado pelo professor. O autor conclui explicando que “Esses níveis e etapas são discutidos de forma mais detalhada neste capítulo, no qual discorreremos não apenas sobre o significado, mas também acerca da dinâmica que acontece em cada um deles” (SOUSA, 2015, p. 42), referindo-se a sua tese. A seguir, tratamos a respeito das dificuldades com os números racionais.

A sessão didática: reflexões metodológicas

Apresentamos a proposta pedagógica como uma prévia das situações desafiadoras presentes nas tomadas de posição da sessão didática e finalizamos com as análises do desempenho dos alunos acerca das dificuldades e das formas como o material didático curricular em questão (no caso, a Khan Academy) integrou-se à sessão didática.

A sessão didática visou a atender a dois propósitos: 1) auxiliar à aprendizagem dos alunos dentro da temática; e 2) disponibilizar *on line* uma ferramenta para professores da educação básica. O professor, ao planejar a vivência da Sequência Fedathi, analisa desde o conhecimento inicial de seus alunos até o ambiente onde a aula será desenvolvida, percorrendo várias etapas, até finalizar a ação. Desse modo, o planejamento precisa ser feito por etapas. Segundo Santos (2017),

Na SF o planejamento da ‘sessão didática’ – termo utilizado na metodologia Sequência Fedathi-SF para assim definir mais amplamente o conceito convencional de aula – é a fase de organização didática do trabalho pedagógico, contemplando variáveis que constituem o antes, o durante e o depois da sala de aula (SANTOS, 2017, p. 86).

Diferente da prática habitual de planejamento de aulas, a sessão didática compreende todas as etapas da aprendizagem, pois o professor, entendendo a dificuldade da turma, elabora uma atividade adequada

para o desenvolvimento de tais habilidades. De acordo com Lima *et al.* (2013) e Sousa (2015),

Essas fases são antecedidas do momento inicial que na Sequência Fedathi chamamos de momento da preparação da "sessão didática", que compreende a análise teórica e a análise ambiental, embora apresentadas separadamente, estão todas interligadas no momento da aplicação da SF (LIMA *et al.*, 2013, p. 7634).

A preparação da Sequência Fedathi compreende seu primeiro nível de desenvolvimento e refere-se ao planejamento de sua vivência, momento em que o professor organiza-se no sentido material e intelectual para o desenvolvimento das etapas da aula (SOUSA, 2015, p. 56).

O planejamento na sessão didática é parte fundamental do processo. A análise ambiental está intimamente interligada à análise do *plateau* (nivelamento do conhecimento e experiência do aluno) e à análise teórica, atendendo as escolhas do material pedagógico que mais se adapta aos lócus e ao público (SANTOS, 2017).

A seguir, apresentamos a discussão do conteúdo em questão, com foco nas habilidades em frações e números decimais da Khan Academy.

Discussão dos resultados

Sabemos que os alunos recém-chegados ao Ensino Médio na Escola de educação profissional da rede pública estadual do Ceará (EEEP), com base nos resultados obtidos com a utilização da Khan Academy no ano de 2017, apresentaram dificuldade no conceito de números racionais.

O uso da plataforma digital para a superação desse déficit mostrou-se bastante eficaz, possibilitando, por exemplo, perceber o progresso por habilidade das turmas. Ademais, o aluno pode acompanhar seu progresso sobre o conteúdo trabalhado, e o professor, a partir das informações individuais de cada aluno, também pode observar a evolução da turma/aluno e assim pode mediar a aprendizagem.

Vejamos as habilidades da turma E2017, apresentadas no Quadro 7, a seguir.

Quadro 7 – Habilidades da Khan Academy fáceis para a turma E2017

Habilidade	Tipos de enunciados	Comentário
Identifique numeradores e denominadores	<ol style="list-style-type: none"> Qual é o numerador da fração $5/3$? Qual é o denominador da fração $5/3$? 	A habilidade requer apenas que o aluno saiba identificar o numerador e o denominador das frações dadas nas questões 1 e 2.
Frações na reta numérica	<ol style="list-style-type: none"> Qual é o valor da fração representada pelo ponto A na reta numérica? Mova o ponto para $1/2$ na reta numérica. Qual ponto está em $9/4$ na reta numérica? 	São apresentados três tipos de problemas nesse ponto, o primeiro mostra uma reta com uma quantidade de subdivisões e pede a localização da letra A. O segundo pede que o aluno mova um ponto para um local específico, porém as subdivisões da reta são determinadas pelos alunos. O último trabalha a localização de frações quaisquer na reta.
Frações unitárias na reta numérica	<ol style="list-style-type: none"> Mova o ponto para $6/4$ na reta numérica Qual o valor representado pelo ponto A? 	Sobre frações unitárias, o primeiro problema apresenta a subdivisão inicial da reta, no caso $1/4$, e pede a localização de $6/4$. O segundo mostra uma localização qualquer na reta sendo um valor A e mostra uma fração em outro ponto da reta, por exemplo $6/6$, ou seja, a reta está dividida em sextos.
Some (subtraia) frações com denominadores comuns	<ol style="list-style-type: none"> some $1/4 + 3/4 = ?$ some $1/4 + 1/4 = ?$ subtraia $3/4 - 1/4 = ?$ subtraia $8/3 - 1/3 = ?$ 	Apresentam dois tipos de enunciados, frações com numeradores diferentes e frações com numeradores iguais. Nos dois casos, é possível responder com frações $4/4$ e $2/4$, respectivamente, para as questões 1 e 2, ou apresentar a forma simplificada 1 e $1/2$. Analogamente para subtração, porém, os resultados são <i>a priori</i> positivos.
Números decimais na reta numérica; décimos (centésimos)	<ol style="list-style-type: none"> Onde fica o ponto na reta numérica? 	Essa habilidade apresenta uma figura de uma reta como apoio ao enunciado e, a partir daí, pergunta-se a localização do ponto na reta. Se for sobre décimos, os intervalos entre os números compostos por números inteiros, se for sobre centésimos, os intervalos são entre números decimais com um casa decimal.
Compare números decimais (décimos e centésimos)	<ol style="list-style-type: none"> Compare $0,39$ ___ $0,21$ Compare $0,04$ ___ $0,5$ Compare $0,2$ ___ $0,20$ Compare $0,5$ ___ $0,05$ 	São quatro possibilidades de comparação, entre números com centésimos diferentes, números centésimos e decimais, centésimos e décimos com valores equivalentes, e, por último, números centésimos e decimais com números iguais em ordens de grandeza diferentes.
Compare números decimais por meio de milésimos	<ol style="list-style-type: none"> Complete a inequação com $>$, $<$ ou $=$, $83,040$ ___ $83,04$ Complete a inequação com $>$, $<$ ou $=$, $2,712$ ___ $2,706$ Complete a inequação com $>$, $<$ ou $=$, $2,71$ ___ 8 	São três possibilidades abordadas de comparação, entre números com números centésimos e milésimos com valores equivalentes, números em milésimos com números inteiros e números em milésimos diferentes.
Soma de números decimais; décimos	<ol style="list-style-type: none"> $3,1 + 4,3 = ?$ $9,8 + 7,2 = ?$ 	As adições são bem simples, sendo do tipo 1, onde o resultado continua com a parte decimal ou do tipo 2, cujo resultado gera um valor inteiro.

Fonte: adaptado de Khan Academy 2018 (<https://pt.khanacademy.org/coach/dashboard>).

Analisando as respostas acerca das habilidades acima, os alunos da turma E2017 conseguiram executar os enunciados com pouca (ou nenhuma) dificuldade. O Quadro 7 mostra o comportamento apenas de uma turma, ficando as três demais, no geral, em situação bastante similar, com poucas alterações. Apresentamos, a seguir, a análise das habilidades que obtiveram baixo desempenho, ou seja, as habilidades

“difíceis”. O Quadro 8, abaixo, apresenta algumas das habilidades sobre números racionais da Khan da turma E2017.

Quadro 8 – Habilidades da Khan Academy difíceis para a turma E2017

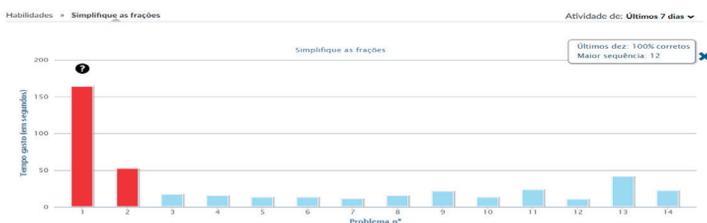
Habilidade	Tipos de enunciados	Comentário
Simplifique as frações	<ol style="list-style-type: none"> 1. Escreva a fração $18/54$ na forma mais simples. 2. Escreva a fração $40/32$ na forma mais simples. 	A habilidade requer apenas que o aluno saiba identificar um número comum que seja divisor do numerador e do denominador das frações, o detalhe é que os resultados podem ser frações impróprias com no item 2.
Ordene as frações	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ordene as frações em ordem crescente: $3/4$, $2/5$ e $3/10$. 2. Ordene as frações em ordem crescente: $3/2$, $5/6$ e $1/3$. 	Podemos dividir os problemas em tipos: o primeiro mostra três frações com denominadores divisores de 100, ou seja, é possível torná-las frações centesimais. O outro problema mostra três frações com dois denominadores que não geram frações centesimais, portanto uma alternativa será o uso do mínimo múltiplo comum.
Some e subtraia números mistos com denominadores diferentes (usando reagrupamento)	<ol style="list-style-type: none"> 1. A subtração de $7\ 2/9 - 3\ 5/6 =$ 2. A subtração de $9\ 1/6 - 5\ 1/3 =$ 3. A soma de $5\ 7/8 + 1\ 1/3 =$ 4. A soma de $5\ 3/8 + 7\ 5/6 =$ 	No caso da adição, para resolver o problema, surgem duas possibilidades, a primeira transformar os números mistos em frações impróprias e, logo após, seguir com a ideia de adição. O segundo caminho parte da soma entre as partes inteiras e, em seguida, a soma das partes fracionárias. Analogamente para subtração, porém, os resultados são <i>a priori</i> positivos.
Problemas de soma e subtração de frações	<ol style="list-style-type: none"> 1. A aula de feitiços de Harry dura $5/6$ hora a cada dia. Hoje ele já assistiu $2/5$ de uma aula. Quanto tempo falta para acabar a aula? 2. O aquário da Kátia tem vários tipos diferentes de peixes. Especificamente, $1/6$ dos peixes são tetras e $2/5$ dos peixes são guppies. Que fração dos peixes de Kátia corresponde aos tetras ou guppies? 	Nos casos da adição em situações “contextualizadas”, o primeiro passo é entender qual operação utilizar, segundo organizar as informações e, logo após, seguir com a operação. Analogamente para subtração, porém, os resultados são <i>a priori</i> positivos.
Intuição sobre multiplicação de frações e números inteiros	<ol style="list-style-type: none"> 1. Como podemos calcular a área em azul? 2. Como podemos calcular a área em rosa? 3. Quais expressões estão relacionadas à seguinte reta numérica? 	Essa habilidade apresenta uma figura com cinco barras (também podendo ser uma reta numérica ou círculos fracionados) representando cada uma delas a fração $3/5$. A questão é de múltipla escolha e deixa a livre escolha para uma ou mais opções de resposta. Assim existe a possibilidade de resolver utilizando adição ou multiplicação da fração por um número inteiro.
Multiplicando fração como dimensionamento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Quais expressões são iguais a 148? 2. Compare os valores usando $<$, $>$ ou $=$. 	São três possibilidades de dimensionamento, frações maiores do que a unidade, as menores ou as iguais a um. Sabendo-se que, ao multiplicar um valor por uma fração maior (menor), gera-se um resultado maior (menor) do que o número original.
Problemas de divisão de frações	<ol style="list-style-type: none"> 1. Uma tartaruga pode percorrer $1/12$ de quilômetro em uma hora. A tartaruga está a $1/5$ de quilômetro de distância de uma lagoa. Nessa velocidade, quanto tempo a tartaruga levará para chegar à lagoa? 	Nos casos da divisão em situações “contextualizadas”, o primeiro passo é entender qual operação utilizar, segundo organizar as informações e, logo após, seguir com a operação.
Escreva números decimais mostrados em malhas quadriculadas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Qual número decimal é representado pela área sombreada? 	São figuras quadradas que representam a unidade. Os quadrados são particionados, de duas formas, 10 partes retangulares ou 100 quadradinhos.
Arredonde números decimais	<ol style="list-style-type: none"> 1. Arredonde $1,658,0131$ para a centena mais próxima. 2. Arredonde $7,2242$ para a centésimo mais próxima. 3. Arredonde $88,27$ para a unidade mais próxima. 	Nesse tipo de questão, temos um enunciado simples, porém existem várias possibilidades dentro desse contexto: arredondar para o milésimo, centésimo, décimo, unidade, dezena, centena etc.
Arredonde números decimais usando uma reta numérica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Quanto é A arredondado para a primeira casa decimal? Quanto é A arredondado para a unidade mais próxima? 2. Arraste o ponto até $0,136$. Quanto é $0,136$ arredondado para a segunda casa decimal? 	A questão 1 apresenta uma reta com números decimais, e questiona sobre arredondamentos na primeira, segunda casa decimal ou para a unidade mais próxima. A questão seguinte trabalha a localização de um número decimal na reta e uma resposta por meio de arredondamento.

Fonte: adaptado de Khan Academy 2018 (<https://pt.khanacademy.org/coach/dashboard>).

Em cada uma das habilidades, enquanto o aluno participa da turma, é possível acompanhar seu progresso individual. Sobre a habilidade “Simplifique as Frações”, dos 46 alunos da turma, 11 (24%) apresentaram dificuldades, 12 (26%) não praticaram a habilidade, 2 (4%) dos alunos apenas praticaram, e 21 (46%) dominam a habilidade.

A Khan Academy tem um algoritmo que auxilia o professor na percepção das dificuldades do aluno, ou seja, dependendo do desempenho deste em outras habilidades dentro do mesmo tema, ele pode chegar mais longe mais rápido. Para os alunos que dominam a habilidade “Simplifique as Frações”, selecionamos apresentar o gráfico de MAM. Observe-se que, à medida que o aluno compreende bem o problema, mais rapidamente se dá a resolução da questão, como exemplificado no Gráfico 2, a seguir.

Gráfico 2 – Desempenho do aluno MAM na habilidade Simplifique Frações



Fonte: adaptado de Khan Academy 2018 (<https://pt.khanacademy.org/coach/dashboard>).

Sobre o aluno MAM (Gráfico 2), ele precisou de apenas 14 exercícios sobre simplificação para alcançar 100% de desempenho e uma sequência de apenas 12 respostas corretas seguidas. Ele também utilizou um total de 1 dica quando registrou uma resposta incorreta, errou o problema 2 e, logo após, dominou a habilidade utilizando até no máximo 40 minutos para cada problema correto.

Analisando esses dados, verificamos que os alunos possuem ritmos de aprendizagem diferentes, uns necessitam de mais exercícios e outros menos, dentro de determinado contexto (habilidade). Outro fator importante na verificação da aprendizagem é a quantidade de tempo na resolução do problema. Quando o aluno possui dificuldade, o tempo utilizado em cada item é maior.

Os dados apresentados são parte de um estudo que compreendeu a verificação dos conhecimentos de alunos a partir das análises dos resultados dos exercícios sobre números racionais realizados na plataforma Khan Academy, ancorados em uma sessão didática, nos pressupostos da Metodologia de Ensino Sequência Fedathi.

Considerações finais

Reforçamos que o objetivo principal deste estudo foi refletir sobre os conhecimentos de alunos do 9º ano do Ensino Fundamental a respeito dos números racionais. Para tanto, partimos de análises dos resultados de exercícios realizados na plataforma Khan Academy. Já a experiência em sala de aula ensejou outras tantas reflexões sobre a temática, bem como apontou para a perspectiva de mudança na postura didática.

Como ferramenta de suporte didático-metodológico ao professor, indicamos o uso da Sequência Fedathi aliada à Khan Academy para subsidiar a superação do déficit conceitual desses alunos relativamente aos números racionais. Destacamos a Khan Academy pela quantidade de possibilidades que oferece ao professor e aos alunos, pois, além de ser uma ferramenta gratuita, apresenta quantidade significativa de exercícios e auxilia o professor na identificação das dificuldades. Por outro lado, porém, a ferramenta limita-se à exploração de exercícios, com pouco estímulo à reflexão.

Na elaboração da sessão didática, destacamos a ambientação e a criação de turmas; a análise prévia do conhecimento do aluno; e a análise das dificuldades de aprendizagem. A consolidação da aprendizagem, por sua vez, requereria quantidade maior de atividades, além de mais tempo de uso da plataforma. Acreditamos que este trabalho aponta para a possibilidade de aplicação de método semelhante com outras turmas ou em outros contextos.

Recomendamos ainda ampliar os estudos sobre currículo e matemática escolar, estimulando assim a discussão sobre as ideias de Richard Dedekind e Georg Cantor, sobre as noções de números reais e suas devidas construções. Outra possibilidade aqui não desenvolvida,

mas, a nosso ver, bastante produtiva como recurso didático são as oficinas, minicursos ou curso de formação de professores.

Embora não tenhamos testado outras plataformas digitais além da Khan Academy, destacamos outros recursos didáticos, como o GeoGebra, que também auxilia na resolução de problemas de matemática, podendo, com uma boa metodologia, promover aprendizagem.

Por fim, reafirmamos como intuito deste estudo alertar os professores para as dificuldades dos alunos com os números racionais e, de modo amplo, para a importância de superar os déficits conceituais dos alunos a fim de que estes avancem. Além disso, também esperamos que os conteúdos matemáticos sejam trabalhados com mais dinamismo por meio de metodologias inovadoras e recursos didáticos criativos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁVILA, G. *Introdução à análise Matemática*. São Paulo: Blucher, 2001.

CARAÇA, B. J. *Conceitos fundamentais da Matemática* (1st joint ed. of parts I, II and III). Lisbon: Sá da Costa, 1951.

CARVALHO, J. P. Um problema de Fibonacci. *Revista do Professor de Matemática*, v. 17, p. 8, 1990.

CORRÊA, F. J. S. A. *Introdução à análise real*. Belém: UFPA, 2008. v. 1, 244 p.

FERREIRA, J. *A construção dos números*. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013. (SBM. Textos Universitários).

FREIRIA, A. A. A teoria dos conjuntos de Cantor. *Paidéia*, Ribeirão Preto, fev./jul. 1992.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas S/A, 2008.

GRUPO TECENDO REDES COGNITIVAS DE APRENDIZAGEM (G-TERCOA). Disponível em: <http://www.gtercoa.ufc.br/>. Acesso em: 10 mar. 2019.

KHAN ACADEMY. *Five tips for integrating khan academy in your course*. The physics teacher, 2018.

LABORATÓRIO DE PESQUISAS MULTIMEIOS. Disponível em: <http://www.faced.ufc.br/multimeios/>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

LABORATÓRIO DE PESQUISAS MULTIMEIOS. Disponível em: <http://www.faced.ufc.br/multimeios/>. Acesso em: 10 mar. 2019.

LIMA, E. L. *Curso de análise*. Rio de Janeiro: Projeto Euclides, 2010. v. 1.

LIMA, I. P.; SOUZA, M. J. A.; CUNHA, F. G. M.; BORGES NETO, H. A sequência de Fedathi como proposta metodológica no ensino-aprendizagem de matemática e sua aplicação no ensino de retas paralelas. *In: ENCONTRO DE PESQUISA EDUCACIONAL DO NORDESTE: EDUCAÇÃO, DESENVOLVIMENTO HUMANO E CIDADANIA*, 15., 2001, São Luís/MA. *Anais [...]*. São Luís/MA: UFMA, 2001. v. único, p. 594.

LOPES, A. J. O que nossos alunos podem estar deixando de aprender sobre frações, quando tentamos lhes ensinar frações. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, ano 21, n. 31. p. 1-22, 2008.

LOPES, N. *O que é o projeto político-pedagógico (PPP)*. Gestão Escolar, 2010. <https://gestaoescolar.org.br/conteudo/560/o-que-e-o-projeto-politico-pedagogico-ppp>. Acesso em: 30 maio 2019.

LOPES, P. C. R. *Construções dos números reais*. 2006. 163 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) – Departamento de Matemática e Engenharias, Universidade da Madeira, Portugal, 2006.

POWELL, A. B. Captando, examinando e reagindo ao pensamento matemático. *Boletim GEPEN*, Rio de Janeiro, v. 2, n. 39, p. 73-84, 2001.

POWELL, A. B. Melhorando a epistemologia de números fracionários: uma ontologia baseada na História e Neurociência. *Rematec*, v. 13, n. 29, 2018.

PROGRAMA DE ALFABETIZAÇÃO NA IDADE CERTA – PAIC. Disponível em: <http://www.paic.seduc.ce.gov.br/index.php/o-paic/objetivos-e-competencia>>. Acesso em: 8 jun. 2019.

SANTOS, M. J. C. A formação do professor de matemática: metodologia sequência fedathi (sf). *Revista Lusófona de Educação*, v. 38, n. 38, p. 81-96, 2018. 16 p.

SANTOS, M. J. C. *Reaprender frações por meio de oficinas pedagógicas*: desafio para a formação inicial. 2007. 134 f. Dissertação (Mestrado em Educação Brasileira) – Programa de Pós-Graduação, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

SANTOS, M. J. C. Reflexões sobre a formação de educadores matemáticos com uma metodologia de ensino Sequência Fedathi. In: DIAS, A. L.; MAGALHÃES, E. B.; FERREIRA, G. N. L. (org.). *A aprendizagem como razão do ensino*: por uma diversidade de sentidos. Fortaleza: Imprece, 2016. p. 129-149.

SANTOS, M. J. C.; LIMA, I. P.; BORGES NETO, H. A sequência Fedathi: concepções e princípios para uso no ensino de Matemática. In: CONGRESSO IBEROAMERICANO DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA, 7., 2013, Montevideo. *Anais* [...]. Montevideo/Uruguay: CIBEM, 2013. v. 2301, n. 0797, p. 7633.

SILVA, W. H. da; TAVARES, R. V.; SANTOS, M. J. C. dos; FARIAS, G. A. de; PENHA, R. S. *O desafio do uso dos recursos digitais*: a recontextualização do currículo escolar. IV Colóquio Luso-Afro-Brasileiro de Questões Curriculares, 2018.

SOUSA, F. E. E. *A pergunta como estratégia de mediação didática no ensino de Matemática por meio da sequência Fedathi*. 2015. 283 f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

SOUSA, F. E. E. *et al. Sequência Fedathi*: uma proposta pedagógica para o ensino de Matemática e Ciências. Fortaleza: UFC, 2013.

VALERA, A. R. *Uso social e escolar dos números racionais*: representação fracionária e decimal. 2003. 164 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Marília, 2003.

PLURALISMO METODOLÓGICO E ENSINO DE BIOLOGIA

*Edivaldo Marinho de Oliveira*⁴⁶
*Silvany Bastos Santiago*⁴⁷

A atuação docente baseia-se em dirigir, organizar, orientar e estimular a aprendizagem escolar dos alunos, correspondendo, portanto, às ações, meios e condições para o discente adquirir o conhecimento. Essa prática requer técnicas, lugares e condições específicas prévias, criadas deliberadamente para suscitar ideias, conhecimentos, valores, atitudes e comportamentos nos educandos.

Partindo desse pressuposto, o conhecimento escolar seria estruturado de maneira a viabilizar o domínio do conhecimento científico sistematizado na educação formal, reconhecendo sua relação com o cotidiano e as possibilidades do uso dos conhecimentos apreendidos em situações diferenciadas da vida. De forma contraditória, o ensino de Biologia ainda se dá de maneira descontextualizada, distanciada da realidade, de modo a privilegiar o estudo de conceitos, processos, estruturas e funções, de modo memorístico e pouco atrativo, não proporcionando ao aluno a percepção do vínculo estreito existente entre

⁴⁶ Graduado em Ciências Biológicas. Possui Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA). É professor da Secretaria da Educação Básica do Ceará.

⁴⁷ Doutora em Educação pela Universidade Federal do Ceará. É professora do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA) e do Instituto Federal do Ceará (IFCE).

o que está sendo estudado e o seu cotidiano. Dessa maneira, não se estabelecem relações entre a produção científica e o seu contexto, deixando de se oportunizar a necessária visão holística que deve pautar a aprendizagem significativa dos conteúdos.

Como a escola transmite conhecimentos aos alunos e desenvolve neles competências na disciplina de Biologia, de maneira a tornar essa aprendizagem significativa?

É possível superar o estado atual de desmotivação e de aprendizagem deficiente por meio de uma prática pedagógica que contemple o uso de diversificadas metodologias baseadas no princípio do Pluralismo Metodológico de Feyerabend, de modo a proporcionar aprendizagem dos conteúdos?

O pluralismo metodológico: explicitando o conceito

Nesse primeiro momento, trataremos de conceituar pluralismo metodológico de acordo com o trabalho original de Feyerabend (1977). Não é nosso intuito fazer uma análise dos pontos criticados pelo autor, mas sim entender a referência à diversidade de métodos que será discutida mais adiante, quando iremos compilar as abordagens metodológicas diversificadas com o objetivo de promover a contextualização, a interdisciplinaridade e a aprendizagem significativa dos temas biológicos.

Paul Karl Feyerabend (1924-1994), austríaco nascido em Viena, foi um notório filósofo da ciência, por ser um dos maiores críticos à metodologia científica. Doutor em Física pela Universidade de Viena, foi autor de diversos trabalhos, sendo o mais conhecido *Against Method* (1975), com uma edição brasileira de 1977, que causou enorme discussão no meio científico (REGNER, 1996). Feyerabend defende a ideia do “anarquismo epistemológico”, que propõe, de uma maneira simplificada, a adoção de um “pluralismo metodológico”, como forma de orientar as pesquisas científicas.

Segundo Regner (1996), antes de tudo, esse termo “anarquismo”, no contexto Feyerabendiano, indica oposição a um princípio único, absoluto e imutável de ordem, portanto, não há oposição a toda forma de organização, não significando ser contra todo procedimento metodológico. Trata-se de

iniciativa questionadora à instituição de um único conjunto fixo e restrito de regras universais, ao qual toda e qualquer situação deva se adequar, configurando-se uma característica distintiva do que é ser ciência.

Na perspectiva de renovação metodológica, Feyerabend afirma que, em ciência, “tudo vale”, não existindo uma entidade monolítica chamada “ciência”. A adoção desse princípio evita que ideias novas e ousadas para a resolução de determinados problemas não solucionados pelas proposições científicas oficiais sejam descartadas antes mesmo de serem analisadas e levadas à discussão. Para ele, o anarquista epistemológico não se recusa a analisar qualquer concepção e admite que se possa ocultar uma realidade mais profunda, por trás do mundo tal como descrito pela ciência.

Diversidade metodológica no ensino de Biologia

A possibilidade de integração das mais diversas metodologias, métodos, estratégias e técnicas de ensino por meio de um pluralismo metodológico e didático, buscando fazer um paralelo com o pensamento Feyerabendiano, na essência do “tudo vale”, fomenta uma reflexão sobre a valorização do ensino contextualizado, interdisciplinar e com significado, tão importante na nova concepção de um ensino de ciências que forme cidadãos alfabetizados cientificamente.

Posto isso, cabe aqui salientar as definições expostas por Marco (2000 *apud* CACHAPUZ *et al.*, 2011), ao elencar alguns elementos comuns às várias propostas do amplo movimento para a alfabetização científica: a alfabetização científica prática, que diz respeito à utilização dos conhecimentos na vida diária; a alfabetização científica cívica, para que todos possam intervir com critério científico, em decisões políticas; e a alfabetização científica cultural, relativa ao significado da ciência e da tecnologia e suas influências no meio social.

No entanto, suplantando as necessidades supracitadas não passa somente pela transformação epistemológica dos professores, mas também por uma renovação didática-metodológica do ensino. Não se trata somente de uma tomada de consciência e discussão epistêmica, mas de um novo posicionamento do professor em suas salas de aulas, fazendo

com que os alunos sintam uma sólida coerência entre o falar e o fazer (CACHAPUZ *et al.*, 2011). Assim, Cachapuz *et al.* (2011) enfatiza que, para o professor, esse deve ser o ponto fundamental, pois o desenvolvimento de suas aulas necessita de materiais instrucionais coerentes com uma proposta de ensino como investigação, o que implica também uma nova configuração desses programas de atividades.

O Ensino de Biologia, dentro de uma abordagem holística Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) como estratégia de contextualização dos conteúdos, pode se valer de variados meios de divulgação e discussão para promover uma maior compreensão dos saberes científicos, em que, aliado aos métodos já praticados, mesmo que de maneira ainda incipiente, pode-se apresentar como meio efetivo de consolidação e estimulação à aquisição de uma aprendizagem com significado, tomando, para tal fim, fundamentos nos princípios do Pluralismo Metodológico de Feyerabend e da interdisciplinaridade.

Aproximar os conteúdos curriculares da realidade vivenciada pelos aprendizes e utilizar maneiras diferenciadas de abordar esses conteúdos (adotando diferentes estratégias e recursos) podem se mostrar estratégias eficientes na superação do quadro de desmotivação citado anteriormente, pois são ações que criam maiores oportunidades para a construção do conhecimento. Para Krasilchik (2005), recorrer a uma diversidade de estratégias e recursos didáticos, conduzidas por objetivos claros e coerentes, pode facilitar a compreensão do tema estudado. A dificuldade encontrada pela maioria dos estudantes em manter a concentração e o interesse durante as aulas decorre de tratamentos metodológicos arraigados, principalmente aulas expositivas, podendo ser contornada com a utilização de modalidades de ensino alternativas, que os envolva no processo de ensino e aprendizagem e promova uma melhor assimilação dos conteúdos. Assim, é importante a utilização de atividades lúdicas como uma complementação dos conceitos teóricos abordados nas aulas.

De fato, a aprendizagem pelo ensino tradicional implica uma atitude passiva do aprendiz, tornando-se, via de regra, um mero ouvinte dos conteúdos expostos pelo professor. Segundo Laburú, Arruda e Nardi (2003), é amplamente reconhecido, na esfera da educação das

ciências, que as antigas estratégias de ensino do quadro e giz, baseadas na lógica da “doação” do saber (em que se privilegia o escutar em prejuízo do falar e agir), são deficientes em garantir a assimilação dos conceitos científicos. Não há oportunidades para a discussão de situações-problema e exposição de conhecimentos e opiniões prévias, o que dificulta o desenvolvimento de novos saberes.

Torna-se difícil conceber que estratégias pedagógicas remanescentes de caminhos instrucionais exclusivos são indiscutivelmente efetivas. Laburú, Arruda e Nardi (2003) questionam os entusiastas ideológicos de certos modelos pedagógicos que vinculam ações didáticas únicas, parecendo não assentir a possibilidade da existência de alunos que não se adaptam pedagogicamente a um determinado estilo de ensino, deixando de conjecturar um princípio factual e perceptível em qualquer sala de aula: os aprendizes largam de situações iniciais desiguais e diferenciadas, pois tiveram caminhos distintos na sua vida cognitiva, motivacional e emocional distintas.

Uma proposta metodológica pluralista para a educação científica pode assim ser relevante, pois parte do pressuposto de que todo processo de ensino-aprendizagem é eminentemente complexo, múltiplo em saberes, distante da trivialidade e mutável temporalmente (LABURÚ; ARRUDA; NARDI, 2003). Para Gadotti (1993), duas razões básicas explicam as dificuldades e limitações dos vários modelos pedagógicos existentes (quando utilizados isoladamente), sendo o primeiro a concepção demasiado ingênua do homem, da sua circunstância social, do seu processo de elaboração do conhecimento e do mecanismo da sua aprendizagem/ensino; e a segunda pelo fato de a evolução das propostas educacionais estar ligada à evolução da própria humanidade, sendo, portanto, temporalmente circunstanciadas. Por conseguinte, uma mesma metodologia ou recurso não será adequado à diversidade dos estudantes e, assim, somente um tratamento plural nas estratégias de ensino e de recursos didáticos em sala permitirá que, em algum momento, cada aluno seja envolvido.

Para Laburú, Arruda e Nardi (2003), a visão de que a aprendizagem precisa ser elaborada com obediência a regras fixas e universais é, já há algum tempo, fantasiosa e perniciosa. Da mesma maneira que

Feyerabend (1977) defende uma metodologia pluralista (anarquismo epistemológico) para o desenvolvimento científico, pode-se, em linha de pensamento semelhante, imaginar que, mediante a complexidade das variáveis envolvidas numa sala de aula, a prática instrucional pluralista como estratégia metodológica pode ser convenientemente utilizada para equacionar os desafios que se apresentam contemporaneamente.

Considerando-se que toda metodologia tem suas limitações, o anarquismo feyerabendiano representado pelo princípio do “vale tudo” tem potencial teórico e prático para promover a superação dos desafios educacionais mais recentes em um meio escolar heterogêneo (VILLANI *et al.* 1997). Laburú, Arruda e Nardi (2003) avaliam que nenhuma postura metodológica deve ser compreendida como definitiva e de caráter geral, pois não há verdades pedagógicas únicas e aplicáveis a todo e qualquer indivíduo. Traduzindo em estratégias de ensino, consideram o “anarquismo educativo” – termo usado por Villani (1997) – não como sendo contra todo e qualquer procedimento metodológico, mas:

[...] contra a instituição de um conjunto único, frio, restrito, de regras que se pretenda serem universalmente aceitas e principalmente válidas e verdadeiras para qualquer e toda situação de aluno, professor, sala de aula, faixa etária, escola, etnia cultural, linguística, matéria, conceito, etc. [...] O princípio “vale tudo” necessita ser compreendido dentro das suas implicações, num processo mais eficaz de ensino-aprendizagem, visto que ele possibilita acomodar melhor os mais diversos e discrepantes interesses subjetivos e individuais da matiz escolar (LABURÚ; ARRUDA; NARDI, 2003, p. 253).

No ensino de conteúdos pragmáticos, como os de Biologia, é percebida a preocupação na formação de cidadãos críticos, capazes de aliar o conhecimento científico aprendido na escola à vida cotidiana. Para Santos e Mortimer (2002), as disciplinas científicas devem preocupar-se em promover um ensino crítico, contextualizado e democrático, de modo a formar cidadãos autônomos, propiciando a reflexão sobre as concepções de ciência e do modo de desenvolvimento do conhecimento científico, neles inculcando a aptidão necessária para participar das decisões que envolvem a inovação científica e tecnológica.

Colocar o saber científico ao alcance de todos requer novas formas de conduzir a aprendizagem, com práticas diferentes daquelas de décadas passadas, pois não só o contingente estudantil aumentou, como também as formas de expressão, socialização, crenças, valores, expectativas e o contexto sócio familiar dos alunos se transformaram (DELIZOICOV; ANGOTI; PERNAMBUCO, 2011). O enfoque CTSA como uma abordagem pedagógica alinhada ao conceito de alfabetização científica pode nortear o professor de Biologia na tarefa de tornar sua sala de aula um ambiente diferenciado de aprendizagem e, assim, contribuir para o processo de formação crítica dos indivíduos.

No âmbito didático e pedagógico, a aprendizagem dos conteúdos deve ser facilitada por metodologias e técnicas de tendências construtivistas, no sentido de que derive da construção do saber pelo aluno, processo em que se respeitam os seus conhecimentos prévios, de acordo com o que apregoa a Teoria da Aprendizagem Significativa. Aprendizagem significativa ocorre quando ideias expressas simbolicamente relacionam-se de maneira substantiva e não arbitrária com o conhecimento que o aprendiz já possui. Substantiva é não literal (não ao pé da letra), e não arbitrária significa que não é com qualquer ideia prévia, mas com algo especificamente relevante que já existe na estrutura cognitiva do aprendiz (AUSUBEL, 2000). Esse conhecimento relevante à nova aprendizagem, por exemplo, um conceito, um símbolo já significativo, um modelo mental, uma proposição ou uma imagem, Ausubel (2000) chama de ideia-âncora ou subsunçor.

Nessa perspectiva, é notório que as escolas deveriam valorizar assuntos que buscam uma associação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, temas considerados indispensáveis para a educação contemporânea, pois isso intensifica a participação ativa e crítica do indivíduo na sociedade (COUTINHO, *et al.*, 2014). Para uma aprendizagem com significado, novamente nos remetemos aos conteúdos socialmente relevantes, à contextualização e à interdisciplinaridade. Essa visão ampla de educação e formação cidadã no Brasil tem-se refletido em mudanças nas metodologias de ensino de ciências, mesmo que ainda pontuais, não somente pela utilização do lúdico e da diversidade de atividades em sala de aula, mas também com o desenvolvimento do caráter e da formação social.

Portanto, observa-se, atualmente, uma tendência de superação do ensino tradicional, caracterizado pelo monopólio de aulas expositivas e alunos passivos. Em seu lugar, propõe-se um ensino mais dinâmico, buscando estimular os alunos por meio da incorporação gradual de uma nova concepção de ensino, dentro de uma visão holística dos fenômenos naturais e sociais.

A especialização desenfreada das disciplinas científicas culminou numa fragmentação crescente desse tipo de conhecimento. Para Fazenda (2013), o conhecimento fragmentado, especializado e restrito passou a ser disciplinado e segregador estabelecendo fronteiras delimitantes entre as disciplinas, a ponto de criar obstáculos aos que tentam transpô-las. A busca por um saber cada vez mais específico dificulta uma visão holística dos fenômenos naturais e suprime a capacidade de se promover as interconexões entre explicações mutuamente complementares. Tudo leva a crer que o exercício da interdisciplinaridade facilitaria a compreensão da dinâmica inerente a um projeto educativo que contemple esse esforço de superação da crise de conhecimentos e das ciências.

Na organização da matriz curricular do Ensino Médio, foram observados os critérios da interdisciplinaridade e da contextualização, propiciando a interlocução entre os diferentes campos do conhecimento, bem como o estudo e o desenvolvimento de projetos referidos a temas concretos da realidade dos estudantes. A interdisciplinaridade no ensino de Biologia abre uma perspectiva de articulação interacional entre as diversas disciplinas científicas no sentido de enriquecê-lo por meio de relações dialógicas entre os métodos e conteúdos que as constituem, figurando como um instrumento para o estabelecimento das interconexões e trânsito de conhecimentos por meio das relações de complementaridade, convergência ou divergência.

O ensino interdisciplinar abre as portas para a contextualização, ou seja, ao pensar um problema sob vários pontos de vista, a escola liberta professores e alunos para que selecionem conteúdos que tenham relação com as questões ligadas às suas vidas e à vida das suas comunidades, ou seja, flexibiliza o conhecimento. Com essa proposta, para que haja aprendizagem significativa, o aluno tem que se identificar com o que lhe é

proposto e, com isso, poder intervir na realidade. Logo, contextualização, flexibilidade e interdisciplinaridade de conteúdos podem ser empregadas como estratégias pedagógicas que propiciam a compreensão de significados, possibilitando uma melhor correlação teoria x prática tão necessária na alfabetização científica, além de envolver as variadas dimensões cognitivas no processo de ensino e aprendizagem por meio do diálogo entre disciplinas, não prescindindo a adequação das metodologias didático-pedagógicas às características dos educandos, em razão dos seus modos próprios de socialização dos conhecimentos produzidos.

Por fim, a adoção de uma metodologia pluralista requer uma mudança considerável de perfil do professor. Laburú, Arruda e Nardi (2003) apregoam que o mestre pluralista não é possuidor da verdade nem admite que alguém possa possuí-la, pois essa é própria de cada situação. É investigador, um inconformado, não se recusa a examinar, a arriscar, a inovar e a experimentar qualquer procedimento metodológico, visto que seu compromisso é com a qualidade da aprendizagem e do saber dos seus alunos, além de preservar atitudes libertadoras de vida completa e gratificante. Deve ultrapassar a concepção de uma verdade pedagógica autoritária como fórmula universal, de solução do ensino e da aprendizagem, para se elevar à ideia de uma verdade como procura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000. Disponível em: http://www.uel.br/pos/ecb/pages/arquivos/Ausubel_2000_Aquisicao%20e%20retencao%20de%20conhecimentos.pdf. Acesso em: 20 nov. 2017.

CACHAPUZ, A. *et al.* (org.). *A necessária renovação do ensino das ciências*. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011. 264 p.

CAPRA, F. *A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. São Paulo: Cultrix, 2006.

COUTINHO, F. A. *et al.* Aporias dentro do movimento Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente: apontamentos para uma solução. *Revista Sociedade Brasileira do Ensino de Biologia – SBEnBio*, n. 7, out. 2014.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2011.

FAZENDA, I. C. A. *et al.* (org.). *O que é interdisciplinaridade?* São Paulo: Cortez, 2013.

FEYERABEND, P. *Contra o método*. Tradução de Octanny S. da Mota e Leonidas Hegenberg. Rio de Janeiro: Francisco Alves Editora S. A., 1977. 488 p.

GADOTTI, M. *História das ideias pedagógicas*. São Paulo: Ática, 1993. (Série Educação).

KRASILCHIK, M. *Práticas de ensino de Biologia*. São Paulo: USP, 2005.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. Pluralismo metodológico no ensino de Ciências. *Ciência & Educação*, Belém, v. 9, n. 2, p. 247-260. 2003.

LIBÂNEO, J. C. *Didática*. São Paulo: Cortez, 1994.

REGNER, A. C. K. P. Feyerabend e o pluralismo metodológico. *Epistême: Filosofia e História das Ciências em Revista*, Joinville, v. 13, n. 2, p. 61-78, 1996. Disponível em: <http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/susana/materiais/Feyrabend.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2017.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 2, n. 2, p. 1-24, 2002. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=129518326002>. Acesso em: 26 nov. 2018.

VILLANI, A. *et al.* Filosofia da ciência, história da ciência e psicanálise: analogias para o ensino de Ciências. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 14, n. 1, p. 37-55. 1997. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7039>. Acesso em: 17 out. 2017.

SITUAÇÕES DIDÁTICAS OLÍMPICAS PARA O ENSINO DE FUNÇÕES: o contributo da engenharia didática de segunda geração

*Francisco Daniel Souza de Lima*⁴⁸
*Francisco Régis Vieira Alves*⁴⁹
*Maria José Costa dos Santos*⁵⁰

Introdução

A justificativa e a relevância deste trabalho são facilmente evidenciadas pela importância da formação do docente de matemática, pois, no processo formal de educação, em relação ao tripé professor-estudante-saber, o primeiro ente dessa tríade tem singular importância. De acordo com Alves e Catarino (2018),

Podemos depreender que, de certa forma, o principal agente social, catalisador inicial e, também, operacionalizador de um rico espectro de teorias e de modelos visando à transposição

⁴⁸ Licenciado em Matemática pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Mestre em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA/UFC). E-mail: danielufc.souza@gmail.com

⁴⁹ Doutor com ênfase no ensino de Matemática, pela Universidade Federal do Ceará. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). E-mail: fregis@ifce.edu.br

⁵⁰ Pós-doutora em Educação na Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Professora, pesquisadora e orientadora na Faculdade de Educação (FACED/UFC), no Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE/UFC) e no ENCIMA/UFC. E-mail: mazeautomatic@gmail.com

didática em sala de aula, indicada no trinômio anterior, é o professor (ALVES; CATARINO, 2018, p. 2).

Em razão disso, é preciso que o professor tenha uma sólida formação acadêmica na sua área de atuação. Além disso, pelo fato de a educação ser um campo extremamente dinâmico, muitas vezes, somente a formação obtida na graduação não credencia o docente como o profissional “completo” ao final dessa etapa dos estudos. Por vezes, exigem-se novas habilidades desse profissional para além do que foi aprendido no curto espaço de tempo da graduação, na qual tais habilidades exigidas pelo complexo ambiente de trabalho que é a escola podem ou não estar estritamente ligadas à sua área de formação específica.

Existem ainda exigências específicas de outras áreas do saber, diversas da licenciatura, por exemplo, que podem ser muito úteis para a atuação do professor de matemática. São exemplos disso: a necessidade do domínio de determinada metodologia de ensino, aquela que melhor se adapta a cada realidade inerente de cada profissional, o conhecimento de uma tecnologia nova ou *software* educacional, entre outras, que podem ser cruciais para o processo de ensino. É justamente nesse sentido que pode ajudar a Pós-Graduação em *lato sensu* ou *stricto sensu*.

No entanto, algumas produções acadêmicas, nesse nível de estudo, muitas vezes, não chegam de forma palpável à sala de aula (no cotidiano do professor) como um instrumento que possa ser usado no ensino. O que é lamentável, pois essa fonte de produção deveria ter uma correspondência mais próxima do docente, a fim de oferecer suporte a sua atividade e sobretudo recursos e, desse modo, propiciar um melhor desempenho, um trabalho completo e eficiente para sua prática no ensino.

Além disso, complementando esse aspecto da formação do professor de matemática, ainda segundo Alves e Catarino (2018),

[...] poderemos compreender que os elementos que concorrem para um certo viés de ineficacidade, lentidão e inércia da repercussão esperada dos esforços científicos empregados por vários especialistas do território brasileiro, preservam grande dependência da qualidade determinada na formação inicial e continuada dos professores de Matemática (ALVES; CATARINO, 2018, p. 2).

Essa afirmação traz à tona a necessidade da reflexão sobre o modo como está sendo formado o professor de matemática e os direcionamentos da sua formação continuada.

Referencial teórico

Em razão de uma crise muito forte em torno da matemática nas décadas de 1960 e 1970, em vários países, incluindo a França, o ensino dessa disciplina e sua relação com a aprendizagem passaram a exigir uma aproximação científica dos problemas advindos da comunicação com o saber matemático no aspecto global da classe, maior interação entre professor, estudante e saber.

Nesse contexto, nascem os Institutos de Pesquisa em Ensino de Matemática (na sigla em francês, IREM), onde trabalhavam profissionais das mais diversas áreas ligadas direta ou indiretamente à educação, em prol dela. As duas principais características dos IREM são: primeiro, possibilitar às pessoas com formações diferentes (professores do Ensino Primário, Secundário e Universitário, matemáticos, físicos, psicólogos, sociólogos, entre outros) trabalhar em conjunto; segundo, organizar uma rede nacional desses institutos com missões específicas, tarefas e funções cujo objetivo era participar da formação inicial e permanente dos docentes, desenvolver pesquisas oriundas das investigações dos fenômenos didáticos sobre o ensino de matemática, bem como produzir e difundir o produto inovador das pesquisas para esses professores. As escolas passaram a ser o próprio laboratório de pesquisa, pensamento partilhado pelo Ministério da Educação Nacional da França. Então, a partir de 1977, o Ministério da Educação daquele país deixa de investir nessa política, por exemplo, retirando a carga horária dos professores cursistas dos IREM, um dos fins para os quais o instituto foi concebido.

Essa postura do Ministério gerou um grande clima de incerteza por parte dos professores sobre o que se devia ensinar e qual o grau de liberdade a ser dado aos discentes nas suas aulas. Outro efeito foi que, devido às mudanças no ensino, muitos alunos passaram a ver a matemática como algo puramente mecânico. Diante disso, equipes dos IREM reformulam seu trabalho, em acordo com a orientação do Ministério,

mas fica-se diante de um novo impasse com respeito à aprendizagem, pois é dada ênfase ao significado e, portanto, à fonte de problemas de aprendizagem e desequilíbrio para cuja solução os alunos não possuíam conhecimento.

Alguns investigadores da didática passaram a refletir bastante sobre esse dilema, surgindo, assim, as seguintes indagações: quais os meios necessários para que os alunos possam alcançar um novo equilíbrio a partir dos problemas que enfrentam? Qual o papel do professor dentro desse novo esquema? Como seria a criação de um saber comum na classe, que fosse usado em outras situações e que pudesse ser transformado em um saber cultural? Como explicar os erros persistentes tanto dos alunos como da distância entre a expectativa do professor e dos feitos observados? Baseando-se nessas indagações, os professores do IREM decidem preparar suas classes com certa intenção de aprendizagem: fazer observações mútuas da classe, analisar as observações coletadas e tomar novas decisões.

Engenharia didática de primeira geração

É nesse momento que a Didática, como campo científico, define-se, atinge seu auge, e desenvolvem-se as metodologias de investigação próprias da tradição francesa. É o caso da engenharia didática, metodologia cujos maiores expoentes são os pesquisadores G. Brousseau, M. Artigue, R. Douady, M. R. Perrin-Glorian e J. Robinet, com vastos trabalhos que fundamentam seus estudos. Em razão dessa tomada da posição, percebe-se um caráter mais histórico e didático da matemática, que dá uma dimensão humanizada a essa área, além de destacar a evolução de alguns de seus conhecimentos (DOUADY, 1993, p. 1-5).

No que concerne à metodologia de pesquisa em questão, para a pesquisadora, o termo “engenharia didática”, delineado por Brousseau (1996) e estruturado nos trabalhos de Artigue (1996), é empregado para designar

[...] uma forma de trabalho didático comparável ao trabalho do engenheiro que, para realizar um projeto determinado, é baseado no conhecimento científico de seu domínio e concorda em submeter-se

ao controle científico. No entanto, no mesmo tempo, ele é forçado a trabalhar com muito mais objetos complexos do que os objetos purgados da ciência e, portanto, tem que praticamente abordar, com todos os meios disponíveis, problemas do qual a ciência não quer ou não pode tomar conta (ARTIGUE, 1996, p. 41-42).

Logo no início, a engenharia didática foi associada como metodologia para a análise de situações didáticas, sendo, dessa forma, comparável ao

[...] ofício do engenheiro que, para realizar um projeto preciso, se apóia sobre conhecimentos científicos de seu domínio, aceita submeter-se a um controle de tipo científico, mas ao mesmo tempo, se vê obrigado a trabalhar sobre objetos bem mais complexos que os objetos depurados na ciência e, portanto, a enfrentar [...] problemas que a ciência não quer ou não pode levar em conta (ARTIGUE, 1996, p. 193).

Caracterizada como processo empírico, a engenharia didática tem como objetivo conceber, realizar, observar e analisar as situações didáticas. Segundo Artigue (1996), a engenharia didática possui função dupla, podendo ser compreendida como produção para o ensino ou ainda como metodologia de pesquisa qualitativa.

Portanto, em sala de aula, a engenharia didática permite seguir:

[...] uma sequência de aula concebida, organizada e articulada no tempo, de forma constante, por um professor-engenheiro para realizar um projeto de aprendizagem para certa população de alunos. No decurso das trocas entre professor e alunos, o projeto evolui sob as reações dos alunos e em função das escolhas e decisões do professor (DOUADY, 1993, p. 2).

A metodologia de pesquisa engenharia didática constitui-se de quatro fases denotadas por (1) análises preliminares; (2) análise *a priori*; (3) experimentação; (4) análise *a posteriori* e validação. Adotaremos a perspectiva de Almouloud (2007) com o intuito de distinguir, na etapa da análise *a priori*, o momento de descrição e concepção de situações didáticas para o ensino a SDO.

Engenharia didática de segunda geração

No campo de estudo da Didática da Matemática, é comum ocorrerem diferentes discussões sobre engenharia didática, em razão de suas subdivisões. Uma delas é a engenharia didática de segunda geração ou de formação, voltada para o professor. É o tipo de engenharia mais favorável para o progresso desse importante personagem da educação. A conexão da engenharia didática com os professores é um meio de estudar como eles lidam com os conteúdos da sua área, identificando suas necessidades e o conhecimento que têm da profissão e, diante disso, continuar o estudo da transposição didática (PERRIN-GLORIAN, 2011).

Uma engenharia didática de segunda geração tem inicialmente por objetivo o desenvolvimento de recursos (ou objeto de aprendizagem) para o ensino regular, ou a formação de professores. A consequência disso é que necessitará de vários níveis de construção. Podem-se distinguir dois tipos de engenharias didáticas em função da pergunta inicial da investigação, sendo a Engenharia Didática para a Investigação (IDR) e a Engenharia Didática de Desenvolvimento (IDD) (ALMOULOUD; SILVA, 2012, p. 28).

Na IDR, procura-se fazer emergir fenômenos didáticos e estudá-los, com a intenção de um avanço nos resultados da investigação, por meio de experimentações montadas em função da questão de pesquisa, sem preocupação imediata de uma eventual divulgação mais ampla das situações utilizadas. Por outro ponto de vista, na IDD, o objetivo é a produção de recursos para professores ou para a formação de professores (PERRIN-GLORIAN, 2011).

Nosso trabalho pretende desenvolver situações didáticas a serem aplicadas para professores em formação, ou seja, de uma turma de licenciatura. Sobre essa questão, a autora fala ainda que o importante são as situações e o “milieu” que as compõe, o caráter fundamental dessas situações, a sua robustez, bem como suas exigências e o seu potencial de autoformação para os professores que a experimentaram.

Por fim, desenvolveremos nosso trabalho com um grupo de professores, com os quais será utilizada a metodologia de ensino da Teoria das situações didáticas, melhor detalhada no tópico que segue.

Teoria das situações didáticas

É somente na terceira fase dessa metodologia de pesquisa que se insere a Teoria das situações didáticas (TSD), que remonta aos estudos desenvolvidos nos Institutos de investigação do ensino de matemática (IREM), na França na segunda metade da década de 1960, associada ao movimento Matemática moderna. Nesse movimento, destacaram-se diversos pesquisadores da área, como Yves Chevallard, Règine Douady, Raymond Duval, Gérard Vergnaud, e outros. Os trabalhos desses pesquisadores foram extremamente relevantes para que, mais tarde, o pesquisador Guy Brousseau (1986) desenvolvesse sua Teoria das situações didáticas.

A TSD descrita por Brousseau (1986) são formas de elaboração e apresentação do saber escolar, ou seja, configuram um quadro de aprendizagem significativa em sala de aula (PAIS, 2011). Estão assim divididas em quatro fases: ação, formulação, validação e institucionalização. Assim, essas etapas são descritas por Almouloud, resumidamente, como:

- a) *Ação*: “deve permitir ao aluno julgar o resultado de sua ação e ajustá-lo, se necessário, sem a intervenção do mestre [...] exprimir suas escolhas e decisões por ações sobre o milieu. Nela as interações estão centralizadas na tomada de decisões” (ALMOULOU, 2007, p. 37-38).
- b) *Formulação*: “consiste em proporcionar ao aluno condições para que este construa, progressivamente, uma linguagem compreensível por todos” (ALMOULOU, 2007, p. 38).
- c) *Validação*: “o aprendiz deve mostrar a validade do modelo por ele criado, submetendo a mensagem matemática (modelo da situação) ao julgamento de um interlocutor”, afirma Almouloud (2007, p. 39).
- d) *Institucionalização*: “o professor fixa convencionalmente e explicitamente o estatuto cognitivo do saber”, afirma Almouloud (2007, p. 40).

Situação didática olímpica

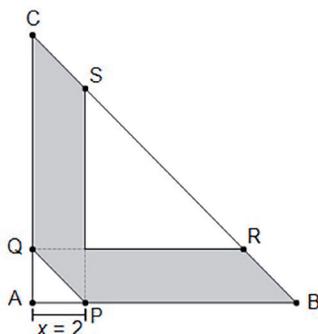
Conhecimentos prévios: áreas do triângulo e função do 2º grau.

Problema (OBMEP – 2018 2ª Fase, Questão 4. Nível 3): O triângulo retângulo ABC tem catetos de medidas $AB = 10$ e $AC = 10$. O

ponto P sobre o lado AB está a uma distância x de A . O ponto Q sobre o lado AC é tal que PQ é paralelo a BC . Os pontos R e S sobre BC são tais que QR é paralelo a AB e PS é paralelo a AC . A união dos paralelogramos $PBRQ$ e $PSCQ$ determina uma região cinza de área $f(x)$ no interior do triângulo ABC .

a) Calcule $f(2)$.

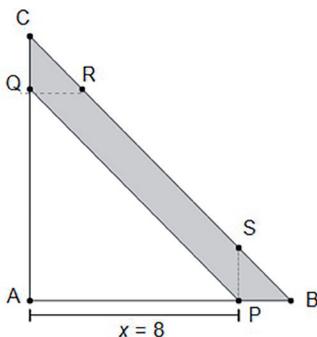
Figura 1 – $f(2)$



Fonte: Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (2018).

b) Calcule $f(8)$.

Figura 2 – $f(8)$

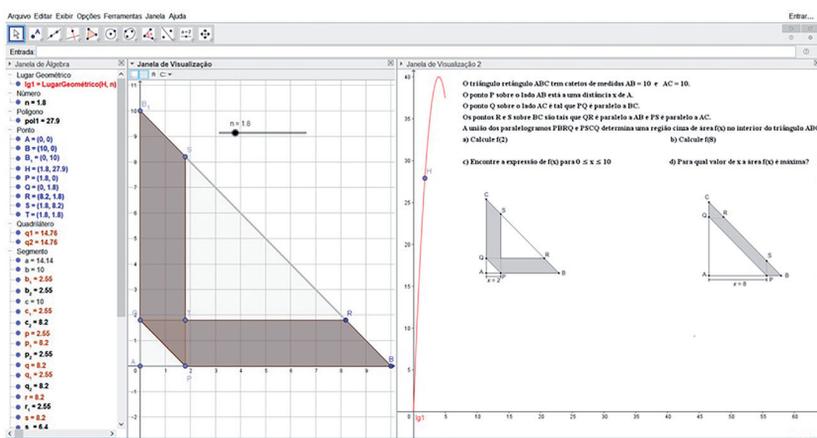


Fonte: Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (2018).

- c) Encontre a expressão de $f(x)$ para $0 \leq x \leq 10$.
 d) Para qual valor de x a área $f(x)$ é máxima?

Dialética da Ação: Nessa fase, nos primeiros contatos com a situação didática, espera-se dos sujeitos da pesquisa a compreensão do enunciado do problema a fim de realizar as devidas abordagens deste junto à construção didática proposta, ou seja, fazer as devidas hipóteses, conjecturas e questionamentos de forma coerente com a situação proposta e, ainda, que possam levar à sua solução do problema. Pela construção, temos que:

Figura 3 – Construção (1)

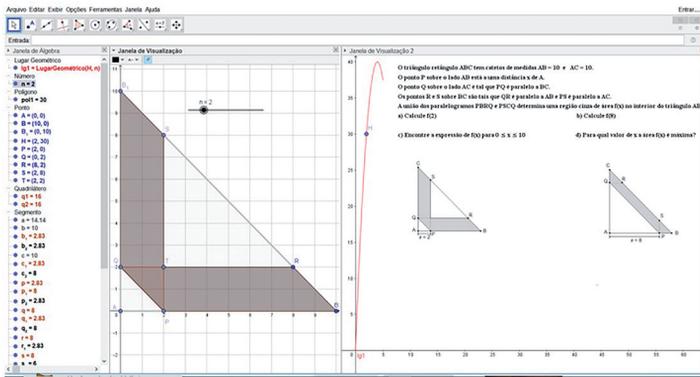


Fonte: elaborada pelos autores.

Com isso, ao mover o deslizante n , esperamos que os sujeitos da pesquisa estejam melhor habituados em relação à proposta do enunciado, ao observar o resultado nas janelas de visualização 1 e 2. Desse modo, prevemos o seguinte comportamento na etapa da formulação.

Dialética da formulação: nessa fase, espera-se que os docentes percebam o conteúdo matemático em jogo e suas relações com a construção. Além disso, devem formalizar suas estratégias para resolver o problema. Assim, a partir das hipóteses esperadas, podem perceber que, ao movimentar o deslizante n para a posição 2, chegarão à solução do item a:

Figura 4 – Construção (2)



Fonte: elaborada pelos autores.

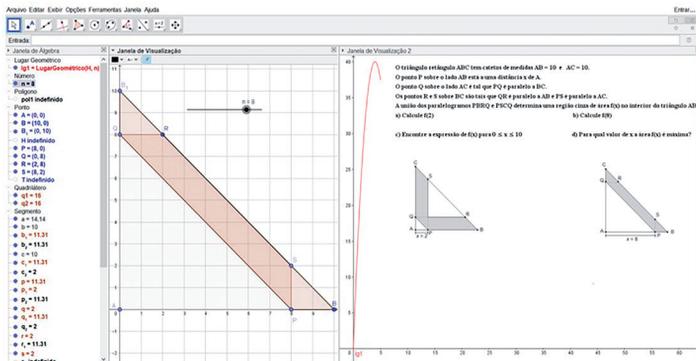
Dessa maneira, esperamos que os sujeitos percebam que, nesse primeiro item, a área procurada será obtida por:

$$f(2) = A_{\Delta ABC} - A_{\Delta APQ} - A_{\Delta TRS} \quad \text{então,}$$

$$f(2) = \frac{10 \cdot 10}{2} - \frac{2 \cdot 2}{2} - \frac{6 \cdot 6}{2} = 30 \quad \text{concluirá o primeiro item pedido.}$$

Para o segundo item, de modo análogo, posicionando $n = 8$, observando a figura abaixo, temos que:

Figura 5 – Construção (3)



Fonte: elaborada pelos autores.

Eles concluirão que

$$f(8) = A_{\Delta ABC} - A_{\Delta APQ} \text{ assim,}$$
$$f(8) = \frac{10 \cdot 10}{2} - \frac{8 \cdot 8}{2} = 18 \text{ concluirá o item b.}$$

Para o terceiro item, esperamos que retomem o raciocínio do item a para o intervalo $x \leq 5$, e do item b, $x \geq 5$, respectivamente, voltando a posicionar o deslizador n em 2 e em 8 descrito anteriormente. Dessa feita, deverão chegar às expressões pedidas, nesta ordem:

Na primeira situação (item a), deverão chegar a

$$f(x) = 50 - \frac{x^2}{2} - \frac{(10 - 2x)^2}{2} = -\frac{5x^2}{2} + 20x$$

Na segunda situação (item b), deverão chegar a

$$f(x) = 50 - \frac{x^2}{2}$$

No quarto e último item, para traçar o gráfico que relaciona a área da região destacada pedida em função de x que faz com que os pontos P e Q se desloquem, os docentes envolvidos na pesquisa deverão analisar cada uma das expressões obtidas anteriormente para os subintervalos $x \leq 5$ e $x \geq 5$ do intervalo $0 \leq x \leq 10$. Assim, poderão chegar ao gráfico mostrado na janela de visualização 2 e relacionar o movimento do ponto H com o que está sendo pedido na questão.

Caso os sujeitos da pesquisa tenham dificuldades ou não consigam chegar a tais raciocínios, o professor pesquisador deverá fazer as provocações, as indagações necessárias para que cheguem ao caminho da solução do problema.

Dialética da validação: nesse momento, os docentes deverão validar os resultados encontrados na etapa anterior. O *software* Geogebra poderá contribuir novamente para isso, bastará que os envolvidos analisem com cuidado as duas janelas de visualização ao movimentar o deslizador n e perceber os conceitos matemáticos em jogo, bem como a sua consistência quanto à construção da situação didática. Muitas dúvidas poderão surgir nesse momento, e, segundo Almouloud (2007, p. 39), o emissor

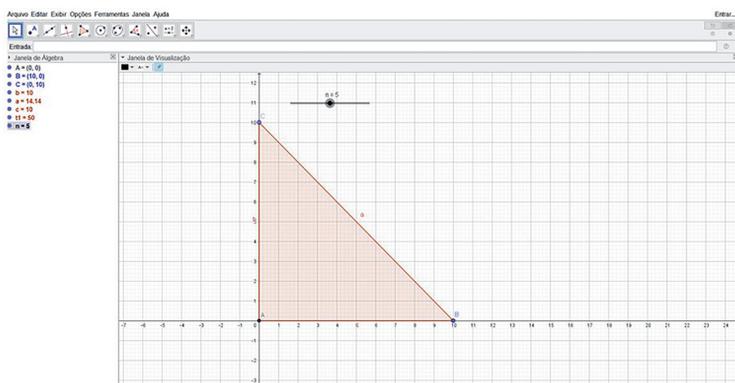
deverá justificar a veracidade do seu modelo, comparando, por exemplo, dados do resultado obtido por meio do modelo matemático com o que foi obtido da resolução.

Dialética da institucionalização: o professor deverá retomar a condução das atividades e fazer o fechamento das ideias caso julgue necessário. Poderão surgir dúvidas acerca da utilização dos conhecimentos matemáticos na abordagem de cada item da questão, o que deve ser sanado pelo pesquisador. Almouloud (2007, p. 40) ressalta que “depois da institucionalização, feita pelo professor, o saber torna-se oficial e os alunos devem incorporá-lo a seus esquemas mentais, tornando-se assim disponível para utilização na resolução de problemas matemáticos”.

Descrição dos comandos no Geogebra

Passo 1 – Com a ferramenta polígono, criar o triângulo $\triangle ABC$ com vértice nos pontos $A = (0,0)$, $B = (10,0)$ e $C = (0,10)$ e o controle deslizante n com mínimo 0 e máximo de 10, incremento de 1.

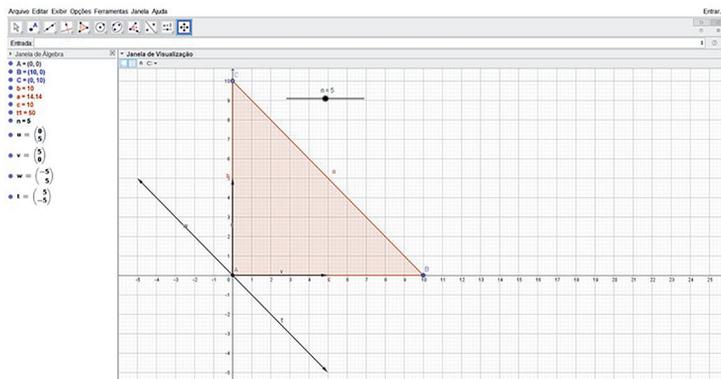
Figura 6 – Construção (4)



Fonte: elaborada pelos autores.

Passo 2 – Na caixa de entrada, escrever os vetores separadamente e dar *enter* para cada um: $u = \text{vetor}(A,C) \cdot n/10$ e $v = \text{vetor}(A,B) \cdot n/10$ e $w = \text{vetor}(B,C) \cdot n/10$ e $t = \text{vetor}(C,B) \cdot n/10$.

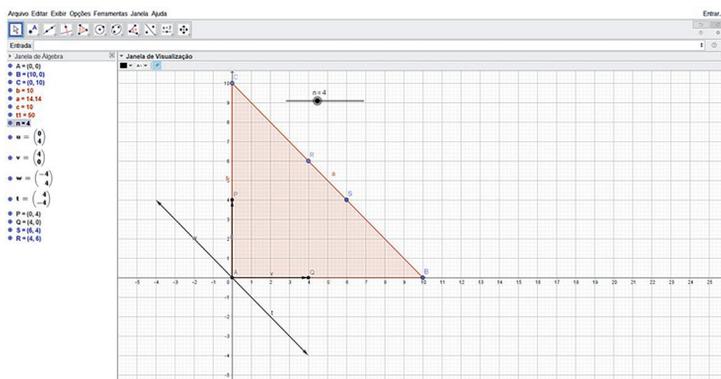
Figura 7 – Construção (5)



Fonte: elaborada pelos autores.

Passo 3 – Deixe o deslizante em 4. Escreva na caixa entrada, um por vez, e dê *enter*, o comando, $P = \text{Transladar}(A, u)$ e $Q = \text{Transladar}(A, v)$ e $S = \text{Transladar}(B, w)$ e $R = \text{Transladar}(C, t)$.

Figura 8 – Construção (6)

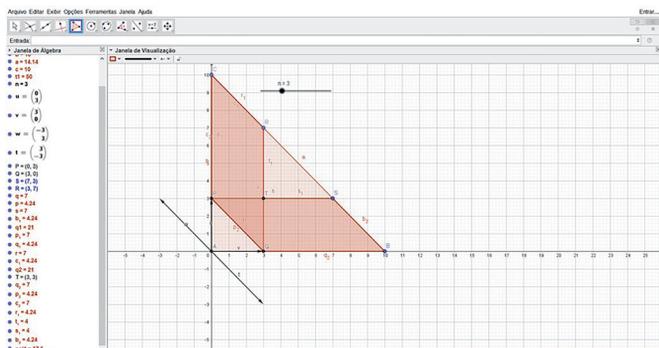


Fonte: elaborada pelos autores.

Passo 4 – Com a ferramenta polígono, criar os polígonos: BSPQB, CRQPC. Com a ferramenta intersecção de dois objetos, clicar nos segmentos SP e RQ para criar o ponto D (renomear para T).

Finalize essa etapa clicando na ferramenta polígono e crie o polígono pol1 BSTRCPQB.

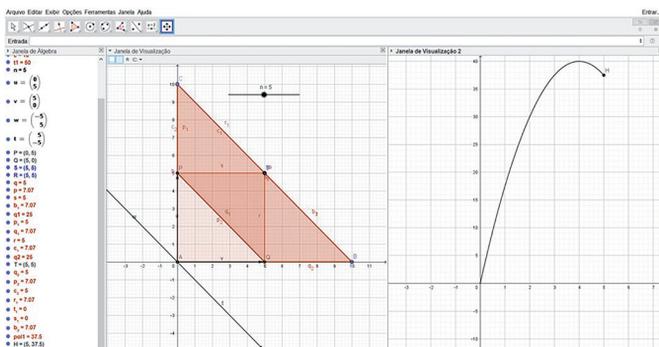
Figura 9 – Construção (7)



Fonte: elaborada pelos autores.

Passo 5 – Com o menu *exibir*, clique uma nova janela de visualização 2D. Na caixa de entrada, escrever $H = (n, \text{pol1})$. Dê *enter*. Em seguida, ainda com essa janela de visualização 2 selecionada, digitar na caixa de entrada o comando `LugarGeométrico(H, n)` e dar *enter*. Assim, surgirá o gráfico da área da região BSTRCPQ em função do deslocamento dos pontos P e Q, ou seja, do movimento do deslizante n.

Figura 10 – Construção (8)



Fonte: elaborada pelos autores.

Assinalamos também que, nesse modelo de apresentar Problemas Olímpicos (PO), a transposição para o *software* Geogebra constitui um modelo diferente do convencional na forma de abordar essas questões, haja vista a grande maioria dos professores se deter tão somente em resolver listas voltadas para as olimpíadas. Quando o aluno não tem a visão imediata da saída para o problema, o professor entra em cena tirando todo o protagonismo do aluno.

Desse modo, assumimos a assertiva de que essa forma de abordagem pode dar outra perspectiva de se trabalhar as questões de olimpíadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMOULOUD, S. A. *Fundamentos da didática da Matemática*. São Paulo: UFPR, 2007.

ALMOULOUD, S. A.; COUTINHO, C. Q. S. Engenharia didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19/ANPED. *Revista Eletrônica de Educação Matemática*, Florianópolis, v. 3, n. 1, p. 62-77, 2008.

ALVES, F. R. V. Insight: descrição e possibilidades de seu uso no ensino do cálculo. *VIDYA*, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 149-161, 2012.

ALVES, F. R. V.; CATARINO, P. M. M. C. Engenharia didática de formação (EDF): repercussões para a formação do professor de matemática no Brasil. *Educação Matemática em Revista*, Rio Grande do Sul, v. 2, n. 18, 2018.

ARTIGUE, M. Engenharia didática. In: BRUN, J. *Didática das Matemáticas*. Tradução de Maria José Figueiredo. Lisboa: Instituto Piaget, 1996. cap. 4. p. 193-217.

BROUSSEAU, G. Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, v. 7, n. 2, p. 16-33, 1986.

BROUSSEAU, G. Os diferentes papéis do professor. In: PARRA, C.; SAIZ, I. *Didática da Matemática: reflexões psicopedagógicas*. Tradução de Juan Acuña Llorens. Porto Alegre: Artmed, 1996. cap. 4, p. 48-72.

CASTRO, A. D. E. A. (ed.). *Didática para a escola de 1º e 2º graus*. São Paulo: Pioneira, 1976. p. 49-55.

DOUADY, R. A Universidade e a didática da Matemática. *Caderno da RPM*, v. 1, n. 1, 1993.

GEOGEBRA. Disponível em: <https://www.geogebra.org/>. Acesso em: 12 dez. 2018.

GIORDAN, M.; GUIMARÃES, Y. A.; MASSI, L. *Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de Ciências*. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. *Anais [...]*. Campinas: ABRAPEC, 2011.

INSTITUTO GeoGebra no Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.geogebra.im-uff.mat.br/>. Acesso em: 6 dez. 2018.

INSTITUTO GeoGebra São Paulo. Disponível em: <http://www.pucsp.br/geogebbrasp/>. Acesso em: 7 dez. 2018.

MACHADO, S. D. A. Engenharia didática. In: MACHADO, S. D. A. (org.). *Educação Matemática: uma introdução*. 2 ed. São Paulo: Educ, 2002. p. 197-208.

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE MATEMÁTICA DAS ESCOLAS PÚBLICAS – OBMEP. Disponível em: <http://www.obmep.org.br/>. Acesso em: 7 dez. 2018.

OLIVEIRA, C. C. N.; ALVES, F. R. V.; SILVA, R. S. da. Concepção e descrição de situações olímpicas com auxílio do GeoGebra. *Revista Thema*, v. 14, n. 3, p. 250-263, 2017.

PAIS, L. C. *Didática da Matemática: uma análise da influência francesa*. Belo Horizonte: Autêntica, 2011.

PERRIN-GLORIAN, M. J. L'ingénierie didactique a l'interface de la recherche avec l'enseignement. Développement de ressources et formation

des enseignants. In: MARGOLINAS, C. *et al.* (ed.). *En amont et en aval des ingénieries didactiques*. Grenoble: La Pensée Sauvage, 2011. p. 57-78.

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

TRILHA INTERPRETATIVA: percepção ambiental de alunos de uma escola pública de Ensino Fundamental do município de Quixadá, Ceará

*Leiza Jane Lopes Lima de Abreu*⁵¹

*Silvany Bastos Santiago*⁵²

*Diva Maria Borges-Nojosa*⁵³

As questões ambientais são amplamente discutidas nos meios de comunicação, nas escolas e na sociedade em geral, pois são temas diretamente ligados à manutenção da vida na Terra. A principal função do trabalho com o tema Meio Ambiente é contribuir para a formação de cidadãos conscientes, aptos a decidir e atuar na realidade socioambiental de modo comprometido com a vida, com o bem-estar de cada um e da sociedade, local e global (BRASIL, 1997). Para Carvalho (1998), a educação ambiental possibilita a formação

⁵¹ Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Ceará, Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Ceará, Especialista em Educação Especial pela Universidade Estadual do Ceará. Técnica administrativa do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Ceará – *Campus Maranguape*. E-mail: leizalima@yahoo.com.br

⁵² Graduada em Pedagogia, Mestre e Doutora em Educação pela Universidade Federal do Ceará. Professora e orientadora do Mestrado Profissional do Ensino em Ciências e Matemática da Universidade Federal do Ceará. E-mail: silvanybs@gmail.com

⁵³ Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Ceará, Mestre e Doutora em Zoologia pelas Universidade Federal da Paraíba e Museu Nacional – Rio de Janeiro / UFRJ, respectivamente. Professora Titular aposentada da Universidade Federal do Ceará. E-mail: dmbnojosa@yahoo.com.br

de valores e atitudes sensíveis à diversidade, à complexidade e à solidariedade diante dos outros seres humanos e da natureza.

Dessa forma, é essencial que os educandos conheçam melhor o meio ambiente a fim de que se conscientizem sobre a importância de sua preservação, bem como saibam se posicionar frente às questões polêmicas que norteiam esses temas. O desenvolver dessa postura crítica é muito importante para os alunos, pois isso lhes permite reavaliar essas mesmas informações, percebendo os vários determinantes da leitura, os valores a elas associados e aqueles trazidos de casa (BRASIL, 1998).

O uso de trilhas se torna uma estratégia pedagógica importante, uma vez que propicia o conhecimento na prática das importantes relações existentes no meio ambiente, essenciais para o equilíbrio da vida na terra. Segundo Guimarães (1998), a trilha interpretativa possui um trajeto de curta distância (500 até 1.000 metros), onde se busca otimizar a compreensão das características naturais ou construídas e culturais da sequência paisagística determinada pelo seu traçado, com finalidades ludo-pedagógicas direcionadas à educação ambiental, ou à humanização de terapias, funcionando como fator de integração ou reintegração, de adaptação e de valorização, de tomada de consciência em relação ao meio ambiente.

Nesse contexto, as trilhas interpretativas permitem ao educando fazer observações, registros, anotações, ou seja, interpretar o meio conforme suas percepções. Segundo Andrade (2003), as trilhas de interpretação da natureza são caminhos estabelecidos, com diferentes formas, comprimentos e larguras, que possuam o objetivo de aproximar o visitante do ambiente natural, ou conduzi-lo a um atrativo específico, possibilitando seu entretenimento ou educação por meio de sinalizações ou de recursos interpretativos, além de oferecer ao visitante conforto e confiança, tanto na impressão que o visitante levará sobre a área, quanto na instituição que a gerencia, quando bem cuidadas e bem planejadas.

Para Tossini (2005), promover a compreensão da paisagem para um indivíduo ou grupo, por meio do estudo da percepção, contribui para compreender o sentimento e atitudes em relação aos lugares e fornece importantes elementos para a identificação dos graus de valorização do meio ambiente, podendo auxiliar em uma intervenção que melhora, quando necessário, a relação do grupo com a paisagem abordada.

A percepção ambiental por meio de vivências do homem interagindo com a natureza é defendida por diversos autores. De acordo com Tuan (2013), é pela experiência que o homem constrói a sua realidade. As emoções humanas atribuem ao pensamento perspectivas diferentes de compreensão do mundo. Assim, abrangem a forma como o indivíduo enxerga e interpreta o ambiente, com ele convive e a ele se adapta, ou seja, como compreende as leis que o regem, sendo decorrente de processos cognitivos, experiências, crenças, emoções, culturas e ações (SILVA; LEITE, 2008). Conforme Palma (2005), é possível também conceituar a percepção ambiental, como a capacidade de perceber o meio ambiente no meio em que nos encontramos, isto é, a forma como se aprende a dele cuidar e protegê-lo da maneira mais adequada possível.

Nesse sentido, o presente trabalho se propôs a registrar a percepção sobre o meio ambiente de alunos de uma Escola Pública de Ensino Fundamental (EEF), localizada no município de Quixadá-Ceará, ao realizarem uma trilha interpretativa. A questão era saber se a vivência dessa experiência poderia mostrar eficácia na aprendizagem de conceitos ambientais. Para chegar a uma resposta, a pesquisa definiu os seguintes objetivos específicos: (a) diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos sobre meio ambiente antes da realização da trilha; (b) registrar as aprendizagens adquiridas após a realização da trilha; e (c) mostrar a importância do uso de trilhas como estratégia pedagógica para apreensão de conceitos ambientais, bem como promoção da consciência ambiental.

Aprendizagem significativa através de trilhas interpretativas

Para Andretta *et al.* (2006), as trilhas são percursos em um sítio natural, que propiciam explicações sobre o meio ambiente, flora, fauna, fenômenos naturais, usos e hábitos do local. Além disso, as trilhas também podem ser utilizadas como recurso para a promoção da consciência e educação ambiental. Já para Carvalho (1998), a educação ambiental possibilita a formação de valores e atitudes sensíveis

à diversidade, à complexidade e à solidariedade diante dos outros seres humanos e da natureza. As trilhas, enquanto instrumentos pedagógicos para a educação ambiental devem explorar o raciocínio lógico, incentivar a capacidade de observação e reflexão, além de apresentar conceitos ecológicos e estimular a prática investigatória (COPATTI; MACHADO; ROSS, 2010).

Segundo Vasconcellos (2006), a trilha interpretativa é considerada uma das possibilidades de proporcionar aos participantes uma discussão da ideia de fazer parte e ser responsável pela preservação e conservação da natureza. Pela experiência do contato com a natureza, as trilhas interpretativas estimulam a curiosidade dos educandos, além de se constituírem uma motivação importante no aprendizado mais geral e abstrato.

A trilha promove uma aprendizagem mediada, na qual os educandos adquirem conhecimentos pela interação com o meio. A experiência de aprendizagem mediada refere-se à mediação intencional de alguém selecionando e organizando os estímulos, proporcionando, assim, uma aprendizagem estruturada (FEUERSTEIN *apud* BEYER, 1996). Para os interacionistas, dos quais Piaget é um dos mais importantes representantes, o ser humano é um sujeito interativo, que, vivendo em sociedade, aprende e se desenvolve (MIZUKAMI, 1986).

Pela interação com o meio e sua consequente percepção, o educando é capaz de relacioná-lo ao próprio cotidiano, a partir dos conhecimentos que já possui, contribuindo assim para uma aprendizagem significativa. Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980), a investigação dos conhecimentos prévios dos educandos é muito importante no processo de ensino-aprendizagem, pois esse saber anterior irá ancorar os novos conhecimentos propostos pelos professores. A esses conhecimentos prévios, chamou de subsunçores.

A aprendizagem não é somente a indução de novos conhecimentos, mas é principalmente a remodelação daquilo que já estava presente na estrutura cognitiva que será reprocessado pela associação e interação com a nova proposição ancorada em uma estrutura de conhecimento específica (subsunçor), modificando todo o conhecimento que

o estudante possui (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980).

A aprendizagem, de acordo com Moreira (1996, p. 43), é:

Aprender, não é somente conhecer algo inédito, é principalmente reprocessar amplificadamente o conhecimento prévio através da interação como novo; “para ser significativa deve ser substantiva e não arbitrária, ao invés de nominalista ou meramente representacional.

Dessa forma, para que a aprendizagem tenha significado para o educando, é fundamental que os conhecimentos prévios que eles possuem sejam investigados e levados em consideração.

Aspectos gerais da trilha interpretativa

A trilha interpretativa utilizada nesta pesquisa fica localizada no Instituto Federal do Ceará em Quixadá (IFCE – *Campus* Quixadá), que surgiu na segunda fase do plano de expansão da rede de ensino profissional e tecnológico, promovido pelo governo federal em 2007, e iniciou as atividades no dia 10 de junho de 2008, ainda sob a denominação de CEFET – Unidade de Ensino de Quixadá (Portaria MEC nº 668, de 9 de junho de 2008). Está localizado no bairro Cedro, bem próximo ao Açude Cedro e à Pedra da galinha choca, lugares turísticos da cidade de Quixadá-CE.

A trilha foi criada pelo Projeto de Extensão idealizado pelo professor Lucas da Silva e recebe o título “Projeto Ecotrilha”. Quando concebido, teve por objetivo promover ações de cunho ambiental, com destaque à preservação da flora local, aproximando, dessa forma, a Instituição da sociedade. As ações referentes a esse projeto são desenvolvidas e coordenadas no Laboratório de Estudos Ecológicos e Ambientais do Bioma Caatinga (LEEABC), do IFCE – *Campus* de Quixadá.

A maior parte do percurso da Ecotrilha localiza-se na área do IFCE-Quixadá, e o restante numa propriedade do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca – DNOCS. Sua extensão é de aproximadamente 700 metros (Figura 1).

Figura 1 – Foto de satélite da trilha no IFCE – *Campus* Quixadá



Fonte: <https://www.google.com.br/earth/>.

Aberta à visitação das escolas e orientada pelos alunos guias que fazem parte do projeto, a Ecotrilha conta com elementos didáticos e com o apoio de outros projetos solidificados ao longo do percurso do *Campus* de Quixadá, que abordam temas relacionados ao meio ambiente e a sua preservação.

Os elementos didáticos disponíveis na Ecotrilha são os seguintes: exemplificação de um perfil de solo, que pode ser visto nas caixas de vidro e possibilita trabalhar temas como a erosão; descarte indevido de materiais na natureza, mostrado o tempo de decomposição de alguns materiais, como pilhas, latinhas de refrigerantes e chiclete; e uma composteira, feita em pneus velhos. Todos esses elementos são identificados a partir da madeira de refugo proveniente da construção de um novo bloco do *campus* de Quixadá. Quanto aos projetos solidificados no *campus*, são os seguintes: simulação de recuperação de uma área degradada; um viveiro; e uma farmácia viva, todos com mudas das plantas nativas para valorizar a cultura do bioma caatinga.

A execução da trilha

A pesquisa foi realizada com 25 alunos de uma escola pública de Ensino Fundamental (EEF) do município de Quixadá-CE, com idade entre 12 e 14 anos. Antes de iniciar o percurso, o guia explicou para os alunos as noções sobre o que é uma trilha e sobre segurança, repassando as orientações gerais sobre como proceder ao realizá-la, além de falar sobre os problemas causados ao meio ambiente em

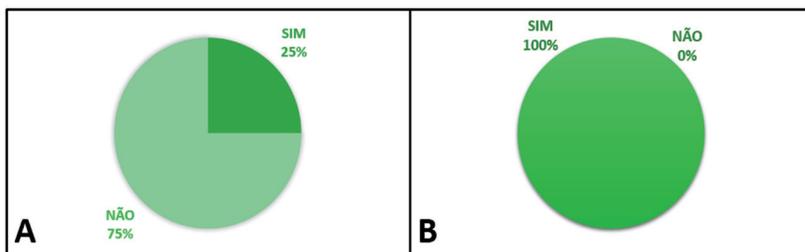
decorrência do descarte inadequado de materiais, com o intuito de promover a consciência ambiental.

Após as orientações do guia trilha, os alunos responderam um questionário de entrada, o qual continha duas perguntas objetivas, (“Você já participou de alguma trilha ecológica?” e “Você está motivado para realizar esta trilha?”) com opções de respostas “sim” e “não” (Figura 2), e uma pergunta subjetiva (“O que espera conhecer na realização desta trilha?”).

Figura 2 – Respostas referentes às perguntas objetivas do questionário 1:

A – “Você já participou de alguma trilha ecológica?”;

B – “Você está motivado para realizar esta trilha?”



Fonte: elaborada pelos autores.

No questionário de entrada, a maioria dos alunos responderam que NÃO tinham participado de trilhas anteriormente. Dessa forma, a realização da trilha ecológica representou novidade para a maioria dos alunos. A motivação em realizar a trilha foi um fator apresentado por total unanimidade. A motivação pode ser entendida como um processo e, como tal, é aquilo que suscita ou incita uma conduta, que sustenta uma atividade progressiva, que canaliza essa atividade para um dado sentido (BALANCHO; COELHO, 1994).

Para a questão subjetiva, quando questionados sobre o que esperavam conhecer na trilha, as respostas foram bem diversificadas. A maioria dos alunos responderam que esperavam conhecer árvores, animais e frutas. Das frutas mencionadas, a principal foi a manga. Dos animais, os mais citados foram pássaros, preás, camaleão, saguis, cobras e macacos. Alguns alunos também mencionaram o desejo de conhecer sementes, ninhos e plantações. Outros mencionaram apenas o desejo de conhecer “coisas novas”. De acordo com Barros (2000), a educação

ao ar livre utiliza os desafios encontrados no ambiente natural com o intuito de incentivar o desenvolvimento de cada indivíduo, pois são muitas as maneiras de cada pessoa utilizar os sentidos.

As trilhas interpretativas, quando bem planejadas e orientadas, além de um ótimo recurso pedagógico, constituem um instrumento eficaz na educação ambiental, pois propiciam o contato direto do educando com a natureza, fazendo-o refletir como suas práticas e modo de vida podem afetar positiva ou negativamente o meio ambiente.

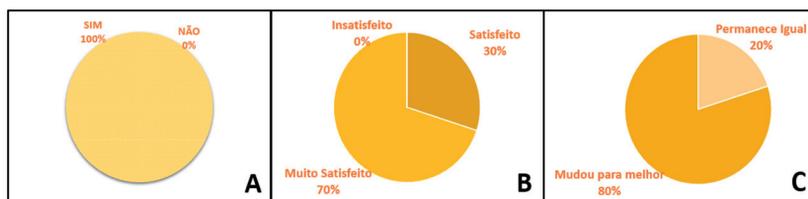
Ao término do percurso, os alunos responderam a um questionário de saída, no qual foi possível investigar, por meio de perguntas objetivas, se as expectativas foram atendidas com a realização da trilha, o grau de satisfação ao realizarem a trilha, bem como verificar se houve mudanças na consciência de preservação do meio ambiente. Essas perguntas apresentavam respectivamente as seguintes opções: “Sim” ou “Não”; “Insatisfeito”, “Satisfeito” ou “Muito satisfeito”; e “Permanece igual” ou “Mudou para melhor” (Figura 3). Além disso, o questionário apresentava também duas perguntas subjetivas: “Na sua opinião, a realização de trilhas ecológicas ajuda a compreender melhor os conteúdos de qual(is) disciplina(s) vista(s) em sala de aula?; e “O que mais lhe chamou atenção na realização da trilha?”. Esses questionamentos visaram a fortalecer a importância dessa atividade informal para obtenção de novos conhecimentos, bem como analisar a relação com o aprendizado de conceitos de outras disciplinas, de modo a reforçar a importância da interdisciplinaridade.

Figura 3 – Respostas referentes às perguntas objetivas do questionário 2:

A – “Suas expectativas foram atendidas com a realização da trilha?”;

B – “Qual o seu grau de satisfação na realização desta trilha?”;

C – “Como está seu interesse sobre as questões ambientais após a realização da trilha?”



Fonte: elaborada pelos autores.

As questões objetivas apresentaram resultados espetaculares, com ótima aceitação da vivência e satisfação. Sato (2001) enfatiza que é importante ter conhecimento sobre as percepções dos indivíduos bem como de suas expectativas, como um subsídio à construção de processos de educação ambiental. Além disso, a atividade ainda propiciou o aumento do interesse pelas questões ambientais na grande maioria dos alunos. Também 99% consideraram que essa atividade prática ajuda a compreender conteúdos vistos em sala de aula de disciplinas como Ciências, Educação ambiental, Geografia, Química e História. Já para a questão subjetiva sobre o que mais chamou a atenção na realização da trilha, apareceram respostas diversas: os alunos mencionaram que gostaram de ver árvores típicas da caatinga, como o tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*), popularmente conhecida como orelha de macaco, o juazeiro (*Zizyphus joazeiro*), conhecida como juá, além de animais, sendo os mais citados os saguis e os camaleões, muito frequentes na trilha.

Os alunos também relataram o prazer em ver diversas sementes, flores, frutas, como a manga, e as rochas presentes no entorno. Um aluno fez um relato interessante que segue descrito: “Para mim, o bom foi estar na companhia de amigos e também conhecer coisas novas”. Esse relato evidencia a importância das relações e interações na aprendizagem. Para Watts (2001), toda a aprendizagem, inclusive dos conteúdos científicos, tem uma dimensão afetiva.

Dessa forma o desenvolvimento deste trabalho constitui-se como objeto eficaz na promoção da educação e consciência ambiental, uma vez que os relatos aqui discutidos mostram que os alunos, ao conhecerem o meio ambiente na prática, puderam observar, sentir e perceber as diversas relações existentes entre os seres da fauna e da flora. Essa percepção culminou com um maior interesse pelas questões ambientais e ajudaram os alunos a compreenderem e relacionarem diversos conteúdos vistos em sala de aula.

Considerações finais

Os questionamentos respondidos pelos alunos demonstram a importância da investigação dos conhecimentos prévios e dos conhecimentos adquiridos após a realização de uma atividade campal.

Os dados explanados mostram que, antes da realização da trilha, a maioria dos alunos conhecia conceitos básicos sobre o meio ambiente. Após a realização da trilha, verificou-se que adquiriram mais segurança ao falarem sobre meio ambiente, inclusive reconhecendo a importância da preservação e conservação.

Além disso, constatou-se que é possível relacionar as aprendizagens de diversas disciplinas, de modo que o aluno compreenda a conexão entre os conhecimentos e como estes podem ser aplicados em seu cotidiano.

Verificou-se ainda que a percepção ambiental contribui para a formação de um educando mais crítico, reflexivo, consciente e participativo, pois possibilita a este reconhecer-se como organismo que também integra o meio, sendo um agente capaz de modificá-lo ativamente por meio das suas próprias ações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, W. J. *Manual de Ecoturismo de Base Comunitária: ferramentas para um planejamento responsável*. Brasília: WWF, 2003. 140 p. ISBN: 85-86440-12-4.

ANDRETTA, V.; MACEDO, R. L. G.; VITORINO, M. R.; MARTINS, G. S. *Sinalização de trilhas: importância e eficiência*. UFLA, 2006. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/11566793/SINALIZACAO-DE-TRILHAS-IMPORTANCIA-E-EFICIENCIA>. Acesso em: 24 nov. 2019.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. 2. ed. Tradução de Eva Nick e outros. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980. 626 p. Título original: Educational Psychology. ISBN:85-2010-084-8.

BALANCHO, M. J.; COELHO, F. M. *Motivar os alunos, criatividade na relação pedagógica: conceitos e práticas*. Porto: Texto Editores, 1994. 96 p. ISBN: 978-97-247-1720-3.

BARROS, M. I. A. Outdoor education: uma alternativa para a educação ambiental através do turismo de aventura. In: SERRANO, C. (org.). *A*

educação pelas pedras: ecoturismo e educação ambiental. São Paulo: Chronos, 2000. p. 85-110.

BEYER, H. O. *O fazer psicopedagógico: a abordagem de Reuven Feuerstein a partir de Vygotsky e Piaget*. 3. ed. Porto Alegre: Mediação, 1996. 206 p. ISBN: 85-8706-313-8.

BRASIL. Ministério da Educação. *Educação ambiental-publicações: Parâmetros Curriculares Nacionais: meio ambiente*. Brasília, DF: Ministério da Educação, 1998. p. 167-242. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro091.pdf>. Acesso em: 23 out. 2019.

CARVALHO, I. C. M. *Em direção ao mundo da vida: interdisciplinaridade e educação ambiental*. Brasília: Instituto de Pesquisas Ecológicas, 1998. 101 p. (Cadernos de Educação Ambiental, v. 2). ISBN 85-86838-01-2.

COPATTI, C. E.; MACHADO, J. V. V.; ROSS, B. *O uso de trilhas ecológicas para alunos do ensino médio em Cruz Alta-RS como instrumento de apoio a prática teórica*. Cruz Alta: Educação Ambiental em Ação, 2010. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=952>. Acesso em: 22 out 2019.

GUIMARÃES, S. T. L. Trilhas interpretativas: a aventura de conhecer a paisagem. *Cadernos Paisagem*, Rio Claro, n. 3, p. 39-44, 1998.

MIZUKAMI, M. G. N. *Ensino: as abordagens do processo*. São Paulo: EPU-Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1986. 119 p. ISBN: 85-12-30350-6.

MOREIRA, M. A. Modelos mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre v. 3, p. 193-232, 1996.

PALMA, I. R. *Análise da percepção ambiental como instrumento ao planejamento da educação ambiental*. 2005. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2005.

SATO, M. Debatendo os desafios da educação ambiental. *Ambiente & Educação*, Rio Grande, v. 5. n. 6, p. 25-38, 2001. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/1089>. Acesso em: 23 out. 2019.

SILVA, M. M. P.; LEITE, V. D. Estratégias para realização de educação ambiental em escolas do Ensino Fundamental. *Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, v. 20, p. 372-392, 2008. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/3855/2299>. Acesso em: 23 out. 2019.

TOSSINI, R. M. T. *Percepção e caracterização ambientais da área da verde da microbacia do Córrego da Água Quente (São Carlos, SP) como etapas de um processo de educação ambiental*. 2005. 281 f. Tese (Doutorado em Ciência de Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

TUAN, Y. F. *Espaço e lugar: a perspectiva da experiência*. Tradução de Livia de Oliveira. Londrina: Eduel, 2013. p. 248. Título original: Space and place: the perspective of experience. ISBN: 978-8572166621.

VASCONCELLOS, J. M. O. Educação e interpretação ambiental em unidades de conservação. *Cadernos de Conservação*, Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, ano 3, n. 4, p.11-86, 2006.

WATTS, M. Science and poetry: passion vs. prescription in school science? *Revista Internacional de Educação Científica*, v. 23, n. 2, p. 197-208, 2001.

WEBSITE ESTRATÉGIA GENÉTICA: diretório de estratégias metodológicas para o ensino de genética

*Ariana Mendes Camurça Fernandes*⁵⁴
*Maria Izabel Gallão*⁵⁵
*Érika Freitas Mota*⁵⁶

Conhecendo o trabalho

Para o entendimento da Genética, é necessária a compreensão dos fenômenos que se integram em vários níveis organizacionais (CAMARGO; INFANTE-MALAQUIAS, 2007), sendo indispensável, também, a apropriação de termos científicos e seus significados, uma vez que o vocabulário na área é específico, acarretando dificuldades para a compreensão e diferenciação dos conceitos (SALIM; AKIMOTO, 2007). É fundamental ainda que o professor utilize estratégias metodológicas que incitem o aluno a refletir e aplicar os conteúdos dados em sala, na resolução de situações-problema (CARABETTA, 2010).

⁵⁴ Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Ceará, Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade Federal do Ceará. Professora efetiva da Secretaria de Educação do Ceará. E-mail: arianamcf@gmail.com

⁵⁵ Bacharel e licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina, Mestre e Doutora em Biologia Celular e Estrutural pela Universidade Estadual de Campinas. Professora Titular da Universidade Federal do Ceará. E-mail: izabelgallao@ufc.br

⁵⁶ Bacharel e Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Ceará e Doutora em Bioquímica pela Universidade Federal do Ceará. Professora Adjunta da Universidade Federal do Ceará. E-mail: erika.mota@ufc.br

Diante dessa problemática, foi criado o *website* “Estratégia Genética”, que oferece estratégias de ensino para o conteúdo de Genética (selecionadas na Revista Genética na Escola, edições de 2006 a 2017), classificadas em duas categorias (habilidades dos Parâmetros Curriculares Nacionais e modalidades). O *link* para o *site* e o questionário foram disponibilizados para profissionais com formação em Biologia que demonstraram suas percepções. Foi verificada a baixa utilização de estratégias metodológicas no ensino da genética e diminuição do emprego totalitário de aulas expositivas, dessa maneira, reconhecendo a importância da utilização de diferentes metodologias. O *website* “Estratégia Genética” otimiza a pesquisa dos professores por meio de um diretório diverso que amplia as possibilidades de ensinar e contribuir para o ensino de Genética.

Introdução

Diferentes métodos de ensino de Genética estão sendo criados baseados nas experiências pessoais dos profissionais da área e disponibilizados por meios científicos (MELO; CARMO, 2009), porém há pouca divulgação e disseminação no ambiente escolar. É acordo entre os pesquisadores Krasilchik (2005), Marandino *et al.* (2005), Torres e Irala (2007) a existência de íntima relação entre o conteúdo e a metodologia, tanto para o ensino quanto para a aprendizagem. Ou seja, para que o conteúdo possa ser lecionado e para que objetivos de aprendizagem possam ser atingidos, é preciso uma metodologia. É nesse momento que é importante conhecer as estratégias metodológicas para que o docente possa selecionar a que esteja de acordo com o contexto escolar no qual está inserido, que respeite as características de sua turma, o tempo de que dispõe e os recursos necessários e disponíveis e que está diretamente ligada às suas concepções de educação, ensino e aprendizagem.

Uma das formas de globalizar essa informação é utilizar as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), como a internet, com sua amplitude de ferramentas (*websites*, *blogs*, redes sociais, etc.), constituindo, assim, meio abundante em recursos que oportunizam inúmeras experiências para os usuários (VALENTE; FREIRE, 2001), inclusive permitindo a ligação das produções científicas das universidades

com a escola (FARIAS, 2013). Apesar dos resultados promissores para docentes e discentes, não há grande desenvolvimento de ferramentas *web* direcionadas apenas para os professores. Portanto, a criação do *website* “Estratégia Genética” pode ser justificada pela necessidade de uma melhoria na prática pedagógica do ensino-aprendizagem de Genética, propondo aos professores estratégias metodológicas variadas para o ensino de Genética em um único espaço virtual, que se adaptem a diferentes contextos escolares. Dessa maneira, é otimizado o tempo de planejamento, evitando a dispersão *online* de professores e oferecendo opções para deixar as aulas mais diversificadas e dinâmicas.

O desenvolvimento do *website* Estratégia Genética

O trabalho desenvolvido possui natureza exploratória, sendo feita a pesquisa bibliográfica *online* na Revista Genética na Escola. Foi realizada a leitura das edições disponíveis, datando das edições iniciais (2006) até o ano de 2017, a fim de selecionar estratégias metodológicas referentes ao ensino de Genética. Posteriormente, foram classificadas em duas categorias: de acordo com as habilidades estipuladas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) no eixo temático número 5 (*Transmissão da vida, ética e manipulação gênica*) e de acordo com a modalidade (jogo, filme/tematização, simulação, sistematização, modelização e discussão/debate).

Na sequência, foi construído o *website* Estratégia Genética, utilizando a linguagem de programação “Ruby” e *framework* “Ruby on Rails”. Os conteúdos do *website* foram salvos no banco de dados “Postgres”, e a criação da *URL* se deu por meio do serviço intitulado “Heroku”. Por fim, foi realizada a criação do *layout*, utilizando uma biblioteca gratuita intitulada “Bootstrap”. O *link* de acesso foi divulgado em 1º de junho de 2018, disponível em: <http://estrategiagenetica.herokuapp.com/>, por meio de redes sociais.

Buscando a percepção dos docentes

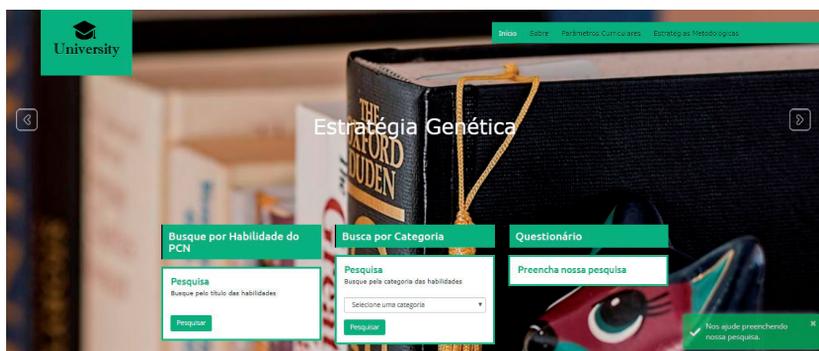
A avaliação foi realizada por questionário presente no *website*, acessado pelo usuário quando selecionado o botão correspondente, direcionando-o para <https://www.survio.com/br/> (*software* de pesquisa

e inquéritos *online*). O questionário contemplou vinte perguntas, variando entre a qualificação da amostragem, uso de estratégias metodológicas e usabilidade do *website* “Estratégia Genética”. Decorridos 25 dias, foram contabilizados 56 questionários respondidos. O próprio *software* elabora gráficos com os resultados obtidos, que foram interpretados e analisados posteriormente. Além dos gráficos, foi realizada a análise com base na escala de Likert para algumas questões, utilizada para mensurar atitudes no contexto das ciências comportamentais com o intuito de verificar o grau de concordância dos respondentes (SILVA JÚNIOR; COSTA, 2014).

Discutindo a percepção dos docentes quanto ao uso das TDIC

Como resultado da pesquisa bibliográfica, foram selecionadas 42 estratégias metodológicas e inseridas dentro do *website*, podendo ser acessadas por duas ferramentas de pesquisa de acordo com a necessidade do usuário (Figura 1).

Figura 1 – Layout do *website* e das ferramentas de pesquisa



Fonte: <http://estrategiagenetica.herokuapp.com/>.

A primeira possibilidade de pesquisa foi delimitada por meio das habilidades dos PCN (Quadro 1), pois, até a conclusão do trabalho, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) não foi implementada oficialmente.

Quadro 1 – Quantidade de estratégias metodológicas por habilidade dos PCN

HABILIDADE DOS PCN	QUANTIDADE DE ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS
1. Listar várias características humanas ou de animais e plantas, distinguindo as hereditárias das congênicas e adquiridas.	2
2. Identificar, a partir de resultados de cruzamentos, os princípios básicos que regem a transmissão de características hereditárias e aplicá-los para interpretar o surgimento de determinadas características.	19
3. Utilizar noções básicas de probabilidade para prever resultados de cruzamentos e para resolver problemas envolvendo características diversas.	23
4. Analisar textos históricos para identificar concepções pré-mendelianas sobre a hereditariedade.	1
5. Identificar e utilizar os códigos usados para representar as características genéticas em estudo.	38
6. Construir heredogramas a partir de dados levantados pelos alunos (junto a familiares ou conhecidos) sobre a transmissão de certas características hereditárias.	6
7. Levantar dados sobre as características historicamente consideradas para definir os agrupamentos raciais humanos em caucasóides, negróides e orientais, identificando-as como correspondentes a apenas uma fração mínima do genoma humano.	1
8. Analisar aspectos genéticos do funcionamento do corpo humano como alguns distúrbios metabólicos (albinismo, fenilcetonúria), ou os relacionados aos antígenos e anticorpos, como os grupos sanguíneos e suas incompatibilidades, transplantes e doenças auto-imunes.	12
9. Distinguir uma célula cancerosa de uma normal, apontando suas anomalias genéticas, além de alterações morfológicas e metabólicas.	2
10. Identificar fatores ambientais – vírus, radiações e substâncias químicas – que aumentam o risco de desenvolver câncer e medidas que podem reduzir esses riscos, como limitar a exposição à luz solar.	2
11. Avaliar a importância do aconselhamento genético, analisando suas finalidades, o acesso que a população tem a esses serviços e seus custos.	4
12. Identificar as técnicas moleculares utilizadas para a detecção precoce de doenças genéticas, seus custos, levantando informações junto a profissionais e serviços de saúde.	3
13. Identificar o papel da terapia gênica no tratamento de doenças genéticas e seu uso na medicina brasileira, pesquisando textos ou entrevistando profissionais da área.	1
14. Reconhecer a importância dos testes de DNA nos casos de determinação da paternidade, investigação criminal e identificação de indivíduos.	9
15. Compreender a natureza dos projetos genomas, especialmente os existentes no país, listando seus objetivos como identificação dos genes, da sequência do DNA e armazenamento dessas informações em bancos de dados.	0
16. Reconhecer a importância dos procedimentos éticos no uso da informação genética para promover a saúde do ser humano sem ferir a sua privacidade e sua dignidade.	6
17. Posicionar-se perante o uso das terapias genéticas, distinguindo aquelas que são eticamente recomendadas daquelas que devem ser proibidas.	1
18. Avaliar a importância do aspecto econômico envolvido na utilização da manipulação genética em saúde: o problema das patentes biológicas e a exploração comercial das descobertas das tecnologias de DNA.	1
19. Posicionar-se perante a polêmica sobre o direito de propriedade das descobertas relativas ao genoma humano, analisando argumentos de diferentes profissionais.	1

Fonte: dados da pesquisa.

E a segunda ferramenta de pesquisa foi delimitada por modalidade (Quadro 2). Dessa maneira, as mesmas estratégias metodológicas foram ofertadas de maneiras distintas, o que possibilitou a avaliação, quanto ao conteúdo oferecido e usabilidade, pelos profissionais com formação em Biologia.

Quadro 2 – Quantidade de estratégias metodológicas por modalidade

MODALIDADE	QUANTIDADE DE ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS
JOGO	14
FILME/TEMATIZAÇÃO	3
SIMULAÇÃO	7
SISTEMATIZAÇÃO	14
MODELIZAÇÃO	2
DISCUSSÃO/DEBATE	1

Fonte: dados da pesquisa.

Dos 56 questionários respondidos, 6 foram excluídos por se tratar de pessoas que não possuem formação em Biologia, com 86% atuando como professores no momento da pesquisa, entre estes, 84% lecionam a disciplina de Biologia. Dentre os profissionais que atuam em sala de aula, 62% exercem atividade em escola pública, 18% em rede privada e 4% nas duas redes de ensino.

A faixa etária predominante dos respondentes foi entre 29 e 40 anos (48%), seguida por pessoas entre 18 e 28 anos (38%) e com menor taxa de pessoas acima dos 40 anos (14%). Verifica-se que o maior número de respondentes da pesquisa encontra-se na faixa etária entre 18 e 40 anos, provavelmente devido ao fato de o questionário ser preenchido *online*, o que exclui a maioria dos imigrantes digitais. Pessoas que nasceram antes de 1980 são nomeadas de imigrantes digitais, ao passo que pessoas com menos de 38 anos são chamadas de nativos digitais (PALFREY; GASSER, 2011). Logo, para professores com idade superior aos 40 anos, apropriar-se da internet e de suas ferramentas é um desafio, restando duas opções: adaptarem-se para utilizá-las de forma significativa no processo ensino aprendizagem ou serem excluídos do universo tecnológico (SANTOS; SCARABOTTO; MATOS, 2011).

Foi percebido que 10% dos professores ainda utilizam somente a aula expositiva clássica, durante o bimestre, no ensino de Biologia. A grande maioria (64%) utiliza de 1 a 5 vezes outras estratégias metodológicas, enquanto 22% utiliza de 6 a 10 vezes. Foi verificado também que uma pequena parcela (4%) diversifica bastante as aulas, utilizando mais de dez vezes outras estratégias metodológicas que não a aula expositiva clássica. Apesar de os professores utilizarem diferentes estratégias metodológicas e saberem da sua importância, constata-se uma diminuição no uso de estratégias metodológicas quando a pergunta é feita com o foco no conteúdo de Genética. A porcentagem de pessoas que utilizam somente a aula expositiva-dialogada era de 10% no ensino de Biologia (pergunta anterior), aumentando para 34% no conteúdo de Genética. A frequência de uso de outras estratégias metodológicas de 1 a 5 vezes por bimestre era de 64%, havendo uma diminuição para 60% no conteúdo de Genética. A queda maior na faixa de utilização de 6 a 10 vezes por bimestre era de 22%, caindo para 6% no ensino de Genética. A porcentagem de pessoas que utilizavam estratégias metodológicas, exceto a expositiva-dialogada, mais de 10 vezes era de 4% no ensino de Biologia, enquanto o valor para Genética foi nulo. Infelizmente, quando se trata da Genética, especificamente, o desenvolvimento de estratégias metodológicas ainda é baixo comparada com outras áreas da Biologia, sendo a maior parte constituída de jogos e boa parte desse material não está disponibilizada de forma direta e detalhada, caso o docente tenha intenção de reproduzi-lo para utilização em seu ambiente escolar (GOLDBACH *et al.*, 2013).

A partir da questão número dez até a dezoito, foi utilizada uma escala de cinco pontos dispostos de acordo com a escala de Likert, com o intuito de verificar o grau de concordância dos respondentes com as afirmações propostas, ou seja, capturar a intensidade dos sentimentos obtidos com cada pergunta. As vantagens da escala de cinco pontos são a presença de um ponto neutro (decorrente das escalas ímpares); o nível de confiabilidade adequado e a compatibilidade entre os respondentes e os diferentes níveis de habilidade (RODRIGUEZ, 2005).

O resultado obtido na afirmação “Não tenho tempo para planejar a utilização de diferentes estratégias metodológicas para usar em sala

de aula” reflete que a falta de tempo para planejamento não é o principal motivo para a não utilização de diferentes estratégias metodológicas, obtendo 2,52 na escala de Likert, demonstrando a discordância dessa afirmação. Uma baixa porcentagem concorda em diferentes níveis com a afirmação de que falta tempo de planejamento, sendo 14% de acordo e 6% totalmente de acordo.

A falta de recursos tecnológicos também não é dos principais motivos para a baixa utilização de diferentes estratégias metodológicas no ensino de Genética, obtendo 2,62 na escala de Likert, demonstrando a discordância da afirmação “Minha escola não tem recursos tecnológicos, o que impede a utilização de outras estratégias metodológicas”. Enquanto 18% concordaram, 8% concordaram totalmente. O resultado obtido reflete uma melhoria das escolas quanto à aquisição de recursos tecnológicos comprovado nos dados do censo escolar de 2017 (INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS, 2018), onde 79,9% das escolas de Ensino Médio dispõem de laboratório de informática, e 91,3% das escolas dispõem de acesso à internet (possuindo conexão do tipo banda larga somente em 79,9%).

A afirmação “preciso pesquisar em vários lugares para encontrar uma estratégia metodológica adequada para a minha sala de aula” obteve 3,74 na escala de Likert, demonstrando conflito nessa escala. Por outro lado, as porcentagens obtidas mostram grande concordância com a afirmação (10% concordam totalmente, e 72% concordam). Restando 4% de conflito; 10% discordaram, e 4% discordam totalmente. Esses dados mostram que a divulgação de estratégia metodológicas nas escolas ainda é insuficiente e que não existe um local único de acesso para facilitar a pesquisa e otimizar o tempo dos professores. Silva (2015) afirma que alguns professores não se dispõem ou se desmotivam no caso de experimentar diferentes metodologias, porque estas demandam tempo, organização, planejamento e pesquisa. Devido à realidade da atividade docente de muitos profissionais da área, caracterizada pela desmotivação e a sobrecarga de trabalho, não há o interesse em conhecer e utilizar diferentes estratégias metodológicas (SILVA, 2015).

A afirmação de número treze “Prefiro utilizar a aula expositiva clássica do que outra metodologia” obteve 2,4 na escala de Likert,

demonstrando discordância. A porcentagem obtida foi 28% em conflito; 30% de discordo; 24% de discordo totalmente; 0% totalmente de acordo, e 18% de acordo. De acordo com Castoldi e Polinarski (2009, p. 685), “[...] a maioria dos professores tem uma tendência em adotar métodos tradicionais de ensino, por medo de inovar ou mesmo pela inércia, a muito estabelecida, em nosso sistema educacional”. Por meio do resultado obtido, percebe-se que esse quadro vem modificando-se, vários professores estão diversificando a forma de ensinar, mesclando a aula expositiva clássica com outras estratégias metodológicas.

A parte final do questionário (questão 14 a 20) visava a saber a percepção dos usuários quanto à usabilidade e conteúdo do *website* “Estratégia Genética”. A afirmação de número quatorze “o uso de *sites* pode favorecer o ensino de Genética” obteve 4,42 na escala de Likert, demonstrando nível de concordância alto com a afirmativa. Na porcentagem, não houve nenhum nível de discordância, havendo apenas 2% de conflito, 54% de acordo e 44% totalmente de acordo. O uso de *websites* pode sim favorecer o ensino de Genética, principalmente no caso de *websites* educacionais. No relatório da CGI.BR, referente ao ano de 2016, é evidenciado que os professores acreditam no potencial de desenvolvimento educativo da internet e seus *websites*; nas escolas públicas, 96% dos professores passaram a ter acesso a materiais mais diversificados, e 85% deles passaram a adotar novas metodologias de ensino (CGI.BR, 2017).

A afirmação número quinze “O *site* ‘Estratégia Genética’ facilitou o meu acesso a diferentes estratégias metodológicas de ensino de Genética” obteve 3,88 na escala Likert, indicando conflito na escolha da resposta. Diferente do obtido nas porcentagens: 54% de acordo; 18% totalmente de acordo; 26% em conflito; 2% discordo e 0% de discordo totalmente. O grande valor encontrado na porcentagem de “não concordo e nem discordo” vai de encontro a algumas declarações emitidas ao final dos questionários no espaço de sugestão ou crítica: “Ainda não conheci profundamente o *site*”; “Preciso olhar os recursos do *site* para emitir uma opinião”; “Preciso conhecê-lo mais” e “Respondi ao questionário, mas ainda não naveguei pelo *site*”. Ou seja, algumas pessoas responderam ao questionário antes de navegar e verificar os conteúdos e usabilidade do *website*.

A afirmação número dezesseis “O *site* ‘Estratégia Genética’ apresenta uma grande variedade de estratégias metodológicas para o ensino de Genética” obteve 3,9 na escala Likert, indicando conflito na escolha da resposta, novamente pela falta de navegação adequada por alguns dos usuários do *website*. A porcentagem obtida foi: 62% de acordo; 14% concordo totalmente, 24% de conflito e ausência de qualquer nível de discordância, evidenciando uma tendência de reconhecimento de diversidade de estratégias metodológicas presentes no *website*.

A questão de número dezessete analisou a usabilidade do *website* com a seguinte afirmação “O *site* ‘Estratégia Genética’ possui uma ferramenta de pesquisa fácil de usar e encontrar a estratégia metodológica que busquei”. A afirmação obteve 3,88 na escala Likert, indicando conflito na escolha da resposta pelo motivo citado anteriormente. Quando analisada somente a porcentagem, temos a aceitação da afirmação, com 18% de concordo totalmente; 54% de concordo; 26% em conflito; 0% de discordo totalmente e 2% de discordo.

Durante a construção da ferramenta digital, houve a preocupação de utilizar a Arquitetura da Informação (AI) para facilitar a busca por informações nesse espaço digital de acordo com os quatro componentes básicos estabelecidos por Rosenfeld e Morville (1998): organização, navegação, rotulação e busca. Apesar de não haver uma porcentagem de discordância quanto ao funcionamento da ferramenta de pesquisa, é importante ressaltar que a construção do *website* ‘Estratégia Genética’ e das suas ferramentas de pesquisa é uma iniciativa inédita, não havendo modelos de *websites* de Genética voltados para professores, portanto a experimentação e teste delas é imprescindível para que possa haver o aperfeiçoamento e adequação às necessidades dos professores.

A afirmação número dezoito “O *site* ‘Estratégia Genética’ contribui com ideias para modificar minhas aulas de Genética” obteve 3,92 na escala de Likert, indicando conflito na resposta. Se analisada apenas a porcentagem, o *website* cumpriu o seu objetivo de disponibilizar estratégias metodológicas para contribuir com o ensino de Genética, atingindo: 16% de acordo; 60% totalmente de acordo; 0% de níveis de discordância e 24% de conflito. Dessa forma, o uso das TDIC pode impactar no âmbito educacional influenciando no

processo ensino e aprendizagem, indo ao encontro da opinião de Almeida e Moran (2005, p. 17).

[...] tecnologia e conhecimento integram-se para produzir novos conhecimentos que permitem compreender problemas atuais, desenvolver projetos alternativos e construir cidadania. Assim, a construção do conhecimento no ambiente escolar é favorecida pelo uso de tecnologias, porque permitem à escola acesso a metodologias inovadoras, bem como a aproximação do mundo dos adolescentes e jovens com o mundo escolar que precisam estar entrelaçados.

Na questão de número dezenove, foi perguntado se os respondentes utilizariam alguma das estratégias metodológicas listadas no *website*, obtendo 86% de resposta afirmativa e 14% de negação. Enquanto professores, somos responsáveis por buscar a melhoria do ensino e aprendizagem dos nossos alunos, e verificar que uma porcentagem alta de professores está disposta a inovar e variar as estratégias de ensino dentro da sala de aula é algo promissor e revigorante. Os motivos para a não utilização das estratégias metodológicas disponibilizadas são variados. Um deles foi evidenciado na afirmação de número 13, para a qual 18% dos respondentes disseram preferir as aulas expositivas clássicas. Outro motivo é preparação inadequada dos professores, recebida durante sua formação inicial, descrita por Rodrigues (2014), sendo ressaltada pelo autor a baixa exploração e uso do potencial tecnológico aplicado para a sala de aula. Reforçando, mais uma vez, a necessidade de investimento em políticas públicas para o desenvolvimento de programas de formação inicial ou continuada para a aplicação das TDIC no âmbito escolar, posição essa defendida por Ferreira e Neto (2017), que propõem a reciclagem e atualização dos docentes para que estes sejam capazes de lidar com novas tecnologias que surgem a cada momento.

Na última questão, existia um campo para os respondentes deixarem sugestões e críticas. Por se tratar de *website* inédito e os professores enfrentarem realidades diferentes em sala de aula, é importante conhecer a opinião deles e verificar se suas necessidades foram satisfeitas de acordo com o proposto.

Dos 50 respondentes, dez não emitiram opinião. Dos que emitiram opinião, criticaram basicamente o grafismo e navegação do *website*.

Entre as críticas, o *layout* do *site* foi o mais comentado como exemplificado na frase “Adição de figuras no layout do site para torná-lo mais atrativo”. A navegação foi considerada pouco intuitiva e não adaptada para o uso em *smartphones* como pode ser constatado nas seguintes afirmações: “Apesar do site possuir diversos materiais e estratégias, a página inicial não é muito intuitiva, forçando o usuário a pesquisar”; “O *site* necessita ser mais intuitivo e mais adaptado a *smartphones*”; “Poderia ter o aplicativo para celular para utilização offline”. Uma sugestão de como tornar a navegação mais intuitiva foi sugerida por um respondente: “A organização do conteúdo poderia ser por conceitos, como um sumário”. A ideia seria válida a fim de adicionar uma terceira forma de pesquisa, mas demandaria tempo para reclassificar todas as estratégias metodológicas de acordo com os conteúdos abordados por cada uma. Outra necessidade verificada nas palavras dos respondentes é a de atualização do *website* e ampliação do acervo de estratégias metodológicas.

A proposta do *website* é de disponibilizar estratégias metodológicas para o ensino de Genética, entretanto vários comentários abordam a sugestão de expansão para outros conteúdos. Existe uma aceitação do *website* como apoio ao trabalho docente, reforçando a necessidade de sua ampliação para outros conteúdos para que a diversidade de estratégias metodológicas possa ter uso em vários momentos do ano letivo. Prova disso foi a quantidade de comentários positivos deixados no campo de sugestão e críticas dos questionários: “Muito bom. Uma excelente ferramenta”; “*Site* com linguagem simples e objetiva”; “Ótima ferramenta de pesquisa e de ideias para aplicação de metodologias diferenciadas para o ensino de genética”; “Ótimo trabalho, continuem fazendo todo esse trabalho no ensino da genética através de *websites*”; “Um ótimo *site* que me ajudará muito em minhas aulas. Obrigada!”; “Ótima ferramenta para nos ajudar nas aulas de genética. Contém uma diversidade de conteúdos”; “Quero deixar somente elogios, estava à procura de um *site* que pudesse me ajudar nas aulas de genética para minhas turmas de 3º ano, e foi de grande contribuição. Gratidão”; “Irei analisar o conteúdo para melhor aplicar nas minhas aulas” etc.

É importante salientar que as técnicas metodológicas listadas no *site* são de publicação da revista *Genética na Escola* e que a contribuição do *website* não é a criação de estratégias metodológicas, mas sim a sistematização e disponibilização destas, otimizando assim o tempo dos professores que buscam variar sua forma de ensinar em sala de aula. Vários respondentes elogiaram a iniciativa do *website* “Estratégia Genética”: “Muito boa a iniciativa”; “Parabéns pela iniciativa”; “Muito boa a iniciativa e estratégias extremamente ricas para o ensino de biologia” e “Nós biólogos precisamos de iniciativa como essa para amplificar nossa área de conhecimento. Embora eu ainda não tenha utilizado acredito ser de grande valia”. Os elogios e parabéns pertencem a todos os profissionais que desenvolveram estratégias metodológicas buscando dinamizar e ampliar a qualidade do ensino e aprendizagem dos conteúdos em sala de aula. A iniciativa que é elogiada pelos respondentes é de agrupar de maneira sistemática e divulgar o trabalho desses profissionais para que efetivamente seja aplicado nas escolas.

O *website* “Estratégia Genética” cumpre o seu propósito quando verifica a aceitação dessa ferramenta *online* como um complemento à sala de aula e percebe a disposição dos professores em buscar e aceitar novas formas de melhorar o aprendizado dos seus alunos. Frases como estas abaixo mostram a importância desse trabalho impactando no cotidiano de professores e alunos:

“Não leciono no momento, portanto não posso avaliar aplicabilidade. Entretanto, se lecionadas, acredito que seria bastante útil a ferramenta. Sendo importante na integração dos alunos com a matéria”.

“Acredito que será uma oportunidade aos professores dentro da disciplina de Biologia, onde os mesmos poderão fortalecer suas práticas pedagógicas”.

“É sempre muito interessante encontrar ferramentas que nos auxiliem e nos dê subsídio para melhorar nossas aulas. Parabéns a todos que fazem o Estratégia Genética!!”

As sugestões e críticas são úteis e necessárias para que o *website* “Estratégia Genética” possa melhorar e suprir as necessidades dos professores.

A aliança entre a sala de aula e as TDIC é promissora

Este trabalho teve como objetivo a criação do *website* “Estratégia Genética”, que disponibiliza estratégias metodológicas para o ensino de Genética, publicadas na revista Genética na Escola, sendo estas classificadas de acordo com as habilidades preconizadas pelos PCNs. Essa iniciativa foi impulsionada pelas dificuldades enfrentadas, citadas na literatura e vivenciadas pela autora em sala de aula, no tocante ao ensino e aprendizagem desse conteúdo.

Pelo fato de a grande maioria dos respondentes ser de pessoas mais jovens e nativos digitais, foi percebida uma tendência de abandono de exclusividade de aulas expositivas tradicionais. Não sendo estas mais de preferência absoluta, permitiu-se a testagem de diferentes estratégias metodológicas, buscando-se *online* maneiras de variar as aulas, tornando-as mais atrativas para os alunos. Esse fato também pode ser associado aos ganhos relatados, tanto de horários de planejamento quanto de recursos tecnológicos, nos ambientes em que se leciona. Sendo apontada como motivo para a limitada utilização de diferentes estratégias metodológicas, a baixa divulgação do conteúdo já criado por diversos pesquisadores, faz-se necessária a criação de medidas para que o conteúdo existente realmente consiga se fazer presente no ensino. Entre essas medidas, podemos citar a criação de políticas públicas com o foco em desenvolvimento e disponibilização de cursos de formação continuada para professores com o foco na integração das TDIC em sala de aula.

É inegável a contribuição da internet para a educação, sendo os *websites* educacionais favorecedores do ensino e aprendizagem. Podendo ser citada a contribuição do *website* “Estratégia Genética” para o ensino de Genética, que, por meio de ferramentas de pesquisa fáceis de usar, simplificou para os professores o acesso a diferentes estratégias metodológicas, em um único espaço digital, otimizando o tempo desses profissionais e contribuindo com a divulgação de artigos publicados na revista Genética na Escola. Dessa maneira, estabelece-se uma conexão entre o conteúdo acadêmico publicado e as escolas de Ensino Médio, não limitando o conhecimento apenas à comunidade científica e possibilitando que as estratégias metodológicas possam ser realmente aplicadas em sala de aula.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. E. B.; MORAN, J. M. (org.). *Integração das tecnologias na educação*. Brasília: Ministério da Educação/SEED, 2005.

CAMARGO, S. S.; INFANTE-MALACHIAS, M. E. A genética humana no ensino médio: algumas propostas. *Genética na Escola*, Ribeirão Preto, v. 2, n. 1, p. 14-16, 2007.

CARABETTA, V. J. Uma investigação microgenética sobre a internalização de conceitos de biologia por alunos do ensino médio. *Revista Contemporânea de Educação*, Rio de Janeiro, v. 5, n. 10, p. 1-10, 2010.

CASTOLDI, R.; POLINARSKI, C. A. A utilização de recursos didático-pedagógicos na motivação da aprendizagem. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1., 2009. *Anais [...]*. Ponta Grossa: I SINECT, 2009. p. 684-692. Disponível em: http://www.sinect.com.br/anais2009/artigos/8%20Ensinodecienciasnasseriesiniciais/Ensinodecienciasnasseriesinicias_Artigo2.pdf. Acesso em: 20 mar. 2018.

CGI.BR. Comitê Gestor da Internet no Brasil. TIC EDUCAÇÃO 2016: pesquisa sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nas escolas brasileiras. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2017. Disponível em: https://www.cgi.br/media/docs/publicacoes/2/TIC_EDU_2016_LivroEletronico.pdf. Acesso em: 12 ago. 2018.

FARIAS, S. C. Os benefícios das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no processo de Educação a Distância (EAD). *RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação*, v. 11, n. 3, p. 15-29, 2013.

FERREIRA, R. J.; NETO, S. H. Educomunicação: a interação professor-aluno a partir do uso das tecnologias em sala de aula. *Educaonline*, v. 11, n. 2, p. 60-73, 2017.

GOLDBACH, T.; PEREIRA, W. A.; SILVA, B. A. F. S.; OKUDA, L. V. O.; SOUZA, N. R. Diversificando estratégias pedagógicas com

jogos didáticos voltados para o ensino de Biologia: ênfase em genética e temas correlatos. *In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS*, 9., 2013, Girona. *Anais [...]*. Girona, 2013. p. 1566-1572. Disponível em: https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2013nExtra/edlc_a2013nExtrap1566.pdf. Acesso em: 12 ago. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS – INEP. *Censo Escolar 2017: notas estatísticas*. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2018. Disponível em: http://download.inep.gov.br/educacao_basica/censo_escolar/notas_estatisticas/2018/notas_estatisticas_Censo_Escolar_2017.pdf. Acesso em: 12 ago. 2018.

KRASILCHIK, M. *Práticas de ensino de Biologia*. São Paulo: USP, 2005.

MARANDINO, M. *et al.* (org.). *Ensino de Biologia: conhecimentos e valores em disputa*. Niterói: Eduff, 2005. p. 208.

MELO, J. R.; CARMO, E. M. Investigações sobre o ensino de Genética e Biologia Molecular no ensino médio brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas. *Ciência & Educação*, v. 15, n. 3, p. 593-611, 2009.

PALFREY, J.; GASSER, U. *Nascidos na era digital: entendendo a primeira geração dos nativos digitais*. Porto Alegre: Artmed, 2011.

RODRIGUES, A. L. Dificuldades, constrangimentos e desafios na integração das tecnologias digitais no processo de formação de professores. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS TIC NA EDUCAÇÃO*, 3., 2014, Lisboa. *Anais [...]*. Lisboa: IEUL, 2014. p. 838-846.

RODRIGUEZ, M. C. Three options are optimal for multiple-choice items: a meta-analysis of 80 years of research. *Educational Measurement: Issues and Practice*, v. 24, n. 2, p. 3-13, 2005.

ROSENFELD, L.; MORVILLE, P. *Information architecture for the World Wide Web*. Sebastopol: O'Reilly, 1998.

SALIM, D. C.; AKIMOTO, A. K. O baralho como ferramenta no ensino de Genética. *Genética na Escola*, v. 1, p. 6-9, 2007.

SANTOS, M.; SCARABOTTO, S. C. A.; MATOS, E. L. M. Imigrantes e nativos digitais: um dilema ou desafio na educação? *In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – EDUCERE*, 10; I SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE REPRESENTAÇÕES SOCIAIS, SUBJETIVIDADE E EDUCAÇÃO, 1., Curitiba, 2011. *Anais [...]*. Curitiba, 2011. Disponível em: http://educere.bruc.com.br/CD2011/pdf/5409_3781.pdf. Acesso em: 3 jun. 2017.

SILVA, E. P. D. *Ferramentas web no ensino de Biologia: tecnologia educacional no Paraná e o portal Dia a Dia Educação*. 2015. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Metodologias para o Ensino de Linguagens e suas Tecnologias) – Universidade Norte do Paraná, Londrina, 2015.

SILVA JÚNIOR, S. D.; COSTA, J. F. Mensuração e escalas de verificação: uma análise comparativa das escalas de Likert e Phrase completion. *Revista Brasileira de Marketing, Opinião e Mídia*, v. 7, n. 2, p. 2-15, 2014.

TORRES, P. L.; IRALA, E. A. Aprendizagem colaborativa. *In: TORRES, P. L. (org.). Algumas vias para entretecer o pensar e o agir*. Curitiba: SENAR-PR, 2007.

VALENTE, J. A.; FREIRE, F. M. *Aprendendo para a vida: os computadores na sala de aula*. São Paulo: Cortez, 2001.

SOBRE OS AUTORES

ADEIRTON FREIRE MOREIRA

Possui graduação em Química pela Universidade Estadual do Ceará, Especialização em Metodologia do Ensino da Química pela AVM Faculdade Integrada e Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Ceará – UFC. Atualmente é professor – Secretaria da Educação Básica do Ceará – SEDUC. Tem experiência na área de Química, com ênfase no Ensino de Química.

AMARO VALENTIM SILVEIRA DO NASCIMENTO

Licenciado em Física pela Universidade Federal do Ceará, Mestrando em Ensino de Física (MNPEF) pela Universidade Federal do Ceará, Professor de Física (SEDUC-CE) atuando principalmente nos seguintes temas: aprendizagem cooperativa, ensino médio, ensino de Física, plano curricular e linguagens de programação.

ANA CAROLINA COSTA PEREIRA

Possui graduação em Licenciatura em Matemática pela Universidade Estadual do Ceará, mestrado em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, doutorado em

Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte e pós-doutorado em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. Docente da Universidade Estadual do Ceará e líder do Grupo de Pesquisa em Educação e História da Matemática (GPEHM).

ANTONIO CARLOS MAGALHÃES

Possui graduação em Química Industrial pela Universidade Federal do Ceará, mestrado em Química (Química Analítica) pela Universidade de São Paulo e doutorado em Química (Química Analítica) pela Universidade de São Paulo. Atualmente é professor Titular da Universidade Federal do Ceará, Coordenador do curso de Licenciatura em Química a distância da UFC e atua no Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA) da UFC.

ARIANA MENDES CAMURÇA FERNANDES

Graduada do curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Ceará (UECE) e Professora efetiva de Biologia (SEDUC-CE). Tem interesse em Educação e Genética.

CARLOS ALBERTO SANTOS DE ALMEIDA

Possui graduação em Curso de Física, mestrado em Física pela UFC e doutorado em Física pelo Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas. Atualmente é Professor Titular da Universidade Federal do Ceará. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Teoria Geral de Partículas e Campos. Atua nos cursos de Pós-graduação em Física e no Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da UFC, e também no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física com ênfase nos Métodos pedagógicos no ensino de Ciências e Divulgação científica e espaços não formais para o ensino de Ciências.

DANIEL CASSIANO LIMA

Bacharel e licenciado em Ciências Biológicas, mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela UFC e Doutor em Ciências Biológicas pelo Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal da Universidade Federal de Santa Maria (PPGBA-UFSM). É professor da Universidade Estadual do Ceará (UECE), lotado na Faculdade de Educação de Itapipoca (FACEDI). Tem interesse em pesquisas que envolvam a ecologia, história natural, sistemática, conservação e outros aspectos da herpetofauna brasileira, bem como o ensino de biologia.

DIVA MARIA BORGES-NOJOSA

Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Ceará, Mestre em Ciências Biológicas (Zoologia) pela Universidade Federal da Paraíba, e Doutora em Ciências Biológicas (Zoologia) pelo Museu Nacional-Rio de Janeiro / UFRJ. Tem Pós-doutoramento no CIBIO-Universidade do Porto, Portugal. Atualmente é Professora aposentada da UFC e diretora do Núcleo Regional de Ofiologia-UFC (NUROF-UFC). Orienta no Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais (PPGERN), no Programa de Pós-Graduação em Sistemática, Biodiversidade e Conservação (PPG-SIS) e no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA), UFC. Desenvolve pesquisas na área de Herpetologia, com ênfase em Sistemática, Biogeografia e Ecologia.

EDIVALDO MARINHO DE OLIVEIRA

Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Ceará (2005) e Mestre em Ensino de Ciências e Matemática (*ENCIMA*). É professor da Secretaria da Educação Básica do Ceará (SEDUC-CE).

ENIVALDO SOUSA PAIVA

Possui graduação em Biologia pela Universidade Estadual Vale do Acaraú e Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Ceará – ENCIMA. Atualmente é professor de Biologia da Secretaria da Educação Básica do Ceará. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Administração de Unidades Educativas.

ÉRIKA FREITAS MOTA

Graduada em Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Ceará, Doutorado em Bioquímica pela Universidade Federal do Ceará e Pós-Doutorado na Universidade de Maryland nos EUA. Professora- Associada do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará. Atualmente, coordenadora dos cursos de Graduação em Ciências Biológicas-Licenciatura e Bacharelado da UFC. Colaboradora da Divisão de Avaliação da Educação Básica (DAEB) do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Institucionais Anísio Teixeira (INEP) e atua nos Programas de Pós-Graduação em Sistemática, Uso e Conservação da Biodiversidade (PPGSIS) e de Ensino de Ciências e Matemática (ENCIMA) da Universidade Federal do Ceará.

FERNANDO BARROS DA SILVA FILHO

Mestrando em Educação Universidade Federal do Ceará. Tem experiência na área científica educacional, com ênfase na coordenação de laboratórios de ciências, atuando principalmente nos temas: atividades experimentais, iniciação a pesquisa, projetos científicos e culturais.

FRANCISCA GARDÊNIA CARLOS FAMA

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Ceará, graduação em Filosofia pela Universidade Estadual do Ceará, especialização em gestão e avaliação da educação pública pela Universidade Federal de Juiz de Fora UFJF, especialização em Administração Escolar pela Universidade Salgado de Oliveira e Mestre no Mestrado Profissional em Ensino de Ciência e Matemática – ENCIMA pela Universidade Federal do Ceará. Tem experiência na área de Biologia Geral.

FRANCISCO DANIEL SOUZA DE LIMA

Possui graduação em Licenciatura em Matemática e Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática – ENCIMA pela Universidade Federal do Ceará. Professor de Matemática É professor da Secretaria da Educação Básica do Ceará (SEDUC-CE). Tem experiência na aplicação da metodologia de ensino Teoria das Situações Didáticas – TDS e Sequência Fedathi – SF, bem como na utilização da metodologia de pesquisa e ensino Engenharia Didática – ED.

FRANCISCO GILVAN BARBOSA DA ROCHA

Graduando em Matemática na Universidade da Integração da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB).

FRANCISCO RÉGIS ALVES VIEIRA

Possui graduação em Bacharelado e Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal do Ceará, mestrado em Matemática e em Educação pela Universidade Federal do Ceará. Doutor em Educação

atualmente é professor Titular do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Estado do Ceará. Atua no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (Encima) – UFC e no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática do IFCE.

FRANCISCO WAGNER DA COSTA GERMANO

Possui graduação em Pedagogia, em Química e Biologia pela Universidade Estadual Vale do Acaraú. Especialista em Gestão e Avaliação da Educação Pública pela Universidade Federal de Juiz de Fora e Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Ceará. Atualmente é Doutorando em Sistemática, Uso e Conservação da Biodiversidade pela Universidade Federal do Ceará.

GISELE PEREIRA OLIVEIRA

Graduada em Letras pela Universidade de São Paulo, Mestre em História Social pela Universidade de São Paulo e Doutora em Letras pela Unesp/Assis em Literatura e Vida Social. É professora adjunta na Universidade de Pernambuco e Coordena o Grupo de Estudos em Literatura, Sociedade e Letramento (Gelsol). Atua principalmente com os seguintes temas: Língua Inglesa e TEFL/Tesol; literatura de autoria feminina e de minorias étnicas e sexuais; ensino de literatura; letramento crítico/literário.

GISELE SIMONE LOPES

Bacharel em Química, Mestre e Doutora em Química pela Universidade Federal de São Carlos, UFSCAR. Fez Pós-doutorado no *National Research Council of Canada* (NRCC), Ottawa, Canada. Atualmente é Professora Associada do Departamento de Química Analítica e Físico Química – Universidade Federal do Ceará (UFC).

GLAUBER OLIVEIRA BENJAMIM

Possui Licenciatura em Química pela Universidade Estadual Vale do Acaraú e é Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Ceará. Professor da Secretaria de Educação do Ceará (Seduc). Tem experiência na área de educação, pesquisa em ensino e participação em iniciação científica na área de Físico-Química.

ISAÍAS BATISTA DE LIMA

Possui graduação em Filosofia pela Universidade Estadual do Ceará, mestrado em Educação pela Universidade Federal do Ceará e doutorado em Educação pela Universidade Federal do Ceará. Atualmente é colaborador da Universidade Federal do Ceará e professor adjunto da Universidade Estadual do Ceará. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Sociologia da Educação, atuando principalmente nos seguintes temas: didática do ensino de química, educação, didática do ensino de física, avaliação educacional e formação de professores.

JOSÉ ROGÉRIO SANTANA

Possui graduação em pedagogia pela Universidade Federal do Ceará (UFC), com formação em Educação Matemática. Mestre e Doutor em Educação com área de pesquisa em Educação Matemática e Tecnologias Digitais pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Possui Pós-doutorado pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), na linha de Pesquisa História da Educação. É Professor Associado da Universidade Federal do Ceará na Faculdade de Educação (Faced/UFC) trabalhando com Tecnologias Digitais na Educação, bem como, com Práticas Culturais Digitais. Possui experiência na área de Educação, com ênfase em Tecnologia Educacional e Educação a Distância.

LEIZA JANE LOPES LIMA DE ABREU

Graduada em Licenciatura Plena em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Especialista em Ciências Ambientais pelas Faculdades Integradas de Patos (FIP), e em Educação Especial – Deficiência mental uma perspectiva inclusiva pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Atualmente é técnica administrativa no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – Campus Maranguape.

LEONARDO FIGUEIREDO SOARES

Graduado em Licenciatura em Química pelo Instituto Federal do Ceará, Especialista em Gestão Escolar e Coordenação pedagógica pela Universidade Estadual Vale do Acaraú e Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Professor efetivo da rede pública de ensino do estado do Ceará. Possui experiência nas áreas de ensino em química, educação ambiental e gestão pedagógica.

MARCELLO SPIANDORIN

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina com especialização em Gestão Escolar e Mestrado na área de Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Atualmente é professor de biologia – Colégio Vega e Coordenador Pedagógico – Secretaria da Educação Básica do Ceará. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Educação, atuando principalmente nos seguintes temas: ensino de biologia, espaço não formal de ensino, jogo didático e educação ambiental.

MARIA ELENIR NOBRE PINHO RIBEIRO

Graduada em Licenciatura em Química, Mestre em Química Inorgânica e Doutora em Química pela Universidade Federal do Ceará. Atualmente é professor da Universidade Federal do Ceará (UFC). Suas pesquisas estão relacionadas com ensino de Química, a síntese e caracterização de novos copolímeros em blocos, utilizados como carreadores e solubilizantes de princípios ativos de interesse farmacológico, bem como polímeros naturais e na área de quantificação química em Alimentos.

MARIA GORETTI DE VASCONCELOS SILVA

Possui graduação em Bacharelado e Licenciatura em Química, Mestrado em Química Orgânica e Doutorado em Química Orgânica pela Universidade Federal do Ceará. Realizou Pós-doutorado no IQSC-USP, no Grupo de Pesquisas em Química Medicinal (NEQUIMED) e no Instituto do Medicamento (IMed) da Faculdade de Farmácia da Universidade de Lisboa. Atualmente é Professora Titular do Departamento de Química Analítica e Físico-Química da Universidade Federal do Ceará (UFC). Atua nas áreas de Química de Produtos Naturais e de Tecnologias digitais aplicadas ao Ensino de Química.

MARIA IZABEL GALLÃO

Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Londrina, Mestrado e Doutorado em Biologia Celular e Estrutural pela Universidade Estadual de Campinas. Atualmente é Professora titular aposentada da Universidade Federal do Ceará. Tem experiência na área de Morfologia, com ênfase em Citologia e Biologia Celular, atuando principalmente nos seguintes temas: ensino de biologia, germinação e sementes.

MARIA JOSÉ COSTA DOS SANTOS

Possui Graduação em Pedagogia e Mestrado em Educação pela Universidade Federal do Ceará, UFC. Doutorado em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN. Professora Titular da Universidade Federal do Ceará. Pesquisadora e orientadora nos programas de pós-graduação em educação – (PPGE/UFC), e Mestrado profissional em ensino de Ciências e Matemática – (Encima/UFC). Atua nas áreas de Educação, Educação Matemática, formação matemática do professor que ensina matemática, com ênfase nos processos de ensino e aprendizagem, no Currículo. Coordenadora do Programa de Formação de professores da Universidade Federal do Ceará, denominado Programa de Apoio e Acompanhamento Pedagógico (PAAP/COIDEA/EDIEIA).

MARIA MOZARINA BESERRA ALMEIDA

Possui graduação em Engenharia Química, mestrado em Química Inorgânica e doutorado em Química Orgânica pela Universidade Federal do Ceará. Atualmente é professora Titular aposentada da Universidade Federal do Ceará, atuando principalmente nos seguintes temas: Frutas Tropicais, Ensino em Química, substâncias bioativas de alimentos, plantas medicinais, minerais, análise quantitativa, absorção atômica e determinações analíticas.

PABLYANA LEILA RODRIGUES DA CUNHA

Possui graduação em Química pela Universidade Federal do Ceará e doutorado em Química Inorgânica pela Universidade Federal do Ceará. Atualmente é professora associada da Universidade Federal do Ceará e atua também como professora e orientadora da Pós-graduação em Química e no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (Encima-UFC). Tem experiência na área de Química, com ênfase em Polímeros e Ensino de Química.

RAQUEL CROSARA MAIA LEITE

Possui graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Uberlândia, mestrado em Educação pela Universidade Federal do Ceará e doutorado em Educação pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é docente associado da Universidade Federal do Ceará, lotada no Departamento de Teoria e Prática do Ensino, FAGED. Tem experiência na área de Educação e Ensino de Ciências, atuando principalmente nos seguintes temas: formação de professores, ensino de biologia, ensino de ciências, metodologias para o ensino de ciências.

RENATO VIEIRA TAVARES

Possui graduação em Licenciatura em Matemática pela Universidade Estadual do Ceará e Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Atualmente é professor da Escola Estadual de Educação Profissional Jaime Alencar de Oliveira, a serviço da Secretaria de Educação do Estado do Ceará (Seduc).

ROSÂNGELA MARIA ADRIANO CARNEIRO

Licenciada em Química pela Universidade Estadual do Ceará, Especialista em Gestão da Educação Pública pela Universidade Federal de Juiz de Fora e Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Ceará. Atualmente é Professora efetiva da rede estadual do Ceará.

SILVANY BASTOS SANTIAGO

Graduada em Pedagogia pela Universidade Federal do Ceará, mestre e doutora em Educação pela Universidade Federal do Ceará. Atualmente

é professora do Instituto Federal do Ceará e docente do Mestrado Profissional do Ensino em Ciências e Matemática da Universidade Federal do Ceará. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Avaliação Educacional e Institucional.

TULIO CICERO CRUZ

Tem graduação em Administração de Empresas pela Faculdade 7 de Setembro e Mestrado em Educação brasileira pela Universidade Federal do Ceará. Tem experiência na área de Engenharia de Transportes, com ênfase em logística.

WALACE MARTINS MOREIRA

Possui graduação em Química pela Universidade Estadual Vale do Acaraú e Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Ceará-UFC. Atualmente é Professor EBTT do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA, campus Açailândia e doutorando na Programa de Pós-Graduação em Química – UFSCar.

Visite nosso site:
www.imprensa.ufc.br



[Versão digital](#)

Imprensa Universitária da Universidade Federal do Ceará - UFC
Av. da Universidade, 2932 - Benfica
CEP.: 60020-181 - Fortaleza - Ceará - Brasil
Fone: (85) 3366.7485 / 7486
imprensa@proplad.ufc.br

A Universidade Federal do Ceará contribui por excelência para a educação e para a ciência em nosso país. Como um dos seus avanços acadêmicos, merece destaque o desenvolvimento da pós-graduação, que fortalece o pilar da formação de recursos humanos por meio da pesquisa.

A pós-graduação brasileira, sistematicamente avaliada nas últimas décadas, ganha credibilidade, e seus pesquisadores gozam de reconhecimento internacional. Nesse processo, o livro integra a produção intelectual acadêmica das múltiplas áreas que compõem o quadro científico da Universidade e apura os esforços dos pesquisadores que veiculam parte de sua produção nesse formato.

A Coleção de Estudos da Pós-Graduação foi criada, portanto, para apoiar os programas de pós-graduação *stricto sensu* da UFC e consolidar uma política acadêmica, científica e institucional de valorização da pesquisa, ao franquear o curso da produção intelectual em forma de livro.

