

PARA
ENSINAR
MELHOR
**CIÊNCIAS
NATURAIS E
MATEMÁTICA**

Elisa Aguayo da Rosa
Vanessa Maria Ludka
Rodrigo Oliveira Bastos
organizadores

**PARA ENSINAR MELHOR
CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA**

NOTA: Dado o caráter interdisciplinar desta coletânea, os textos publicados respeitam as normas e técnicas bibliográficas utilizadas por cada autor. A responsabilidade pelo conteúdo dos textos desta obra é dos respectivos autores e autoras, não significando a concordância dos organizadores e da editora com as ideias publicadas. © TODOS OS DIREITOS RESERVADOS. Proibida a reprodução total ou parcial, por qualquer meio ou processo, especialmente por sistemas gráficos, microfilmicos, fotográficos, reprográficos, fonográficos, videográficos. Vedada a memorização e/ou a recuperação total ou parcial, bem como a inclusão de qualquer parte desta obra em qualquer sistema de processamento de dados. Essas proibições aplicam-se também às características gráficas da obra e à sua editoração. A violação dos direitos punível como crime (art.184 e parágrafos do Código Penal), com pena de prisão e multa, busca e apreensão e indenizações diversas (art. 101 a 110 da Lei 9.610, de 19.02.1998, Lei dos Direitos Autorais).

Elisa Aguayo da Rosa
Vanessa Maria Ludka
Rodrigo Oliveira Bastos
(Organizadores)

PARA ENSINAR MELHOR
CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA

Chapecó-SC
Livrologia
2021

CONSELHO EDITORIAL INTERNACIONAL E NACIONAL

Jorge Alejandro Santos - Argentina
Francisco Javier de León Ramírez – México
Carelia Hidalgo López – Venezuela
Marta Teixeira – Canadá
Maria de Nazare Moura Björk – Suécia
Macarena Esteban Ibáñez – Espanha
Quecoi Sani – Guiné-Bissau

Ivo Dickmann - Unochapecó
Ivanio Dickmann - UCS
Viviane Bagiotto Botton – UERJ
Fernanda dos Santos Paulo – UNOESC
Cesar Ferreira da Silva – Unicamp
Tiago Ingrassia Pereira – UFFS
Carmem Regina Giongo – Feevale
Sebastião Monteiro Oliveira – UFRR
Adan Renê Pereira da Silva – UFAM
Inara Cavalcanti – UNIFAP
Ionara Cristina Albani - IFRS

**Esse livro passou pelo processo de revisão por pares
dentro das regras do Qualis livros da CAPES**

FICHA CATALOGRÁFICA

P221 Para ensinar melhor: ciências naturais e matemática / Elisa Aguayo da Rosa, Vanessa Maria Ludka, Rodrigo Oliveira Bastos (Organizadores) – Chapecó: Livrologia, 2021.

ISBN: 9786586218800

DOI: doi.org/10.52139/livrologia9786586218800

1. Ciência – Estudo e ensino. 2. Matemática – Estudo e ensino. 3. História Natuall. I. Rosa, Elisa Aguayo da. II. Ludka, Vanessa Maria. III. Bastos, Rodrigo Oliveira.

2021_0147

CDD 507 (Edição 22)

Ficha catalográfica elaborada por Karina Ramos – CRB 14/1056

© 2021

Permitida a reprodução deste livro, sem fins comerciais,
desde que citada a fonte.

Impresso no Brasil.

*Ao Prof. Dr. Sandro Aparecido dos Santos
(in memoriam)*

SUMÁRIO

PREFÁCIO 9

RELATO DE EXPERIÊNCIA SOBRE O IMPACTO DE UM JOGO DIDÁTICO NO ENSINO DE QUÍMICA NO CONTEXTO PRISIONAL 11

Fernando José Rodrigues
Elisa Aguayo da Rosa
Nádia Maria Garcias da Luz Sanches
Marcos Roberto da Rosa

COMBINANDO AS METODOLOGIAS ENSINO SOB MEDIDA E INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS PARA O ENSINO SOBRE O MODELO PADRÃO DA FÍSICA DE PARTÍCULAS 28

Alexandre Vicentini
Rodrigo Oliveira Bastos
Ricardo Yoshimitsu Miyahara

OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL 48

Danúbia Damiana Santos Bonfim
William Júnior do Nascimento

A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS: UMA ABORDAGEM INTEGRADA NO ENSINO DE PROPORCIONALIDADE 63

Luciano Matulle
Márcio André Martins

MODELAGEM MATEMÁTICA E O MESTRADO PROFISSIONAL: RESULTADOS E POSSIBILIDADES 80

Laynara dos Reis Santos Zontini
Dionísio Burak

O ENSINO SOBRE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS E DEFESA VEGETAL NA LICENCIATURA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS 99

Ynaiara Krsthine Stopa da Cruz
Daniele Conde Peres Resende
Rodrigo de Souza Poletto

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO
DE EMBRIOLOGIA: UMA PROPOSTA DO
USO PEDAGÓGICO DA IMPRESSORA 3D 112**

Vanina Roncaglio

Ana Lucia Crisostimo

Carlos Eduardo Bittencourt Stange

**TOUR VIRTUAL SOCIOAMBIENTAL: INSTRUMENTO
DIDÁTICO PARA A PRÁTICA DE EDUCAÇÃO
AMBIENTAL EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO 128**

Carlos Henrique Gonçalves Luz

Ana Lucia Suriani Affonso

**A COMPLEXIDADE ENVOLVIDA NA INSERÇÃO DA
EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO CONTEXTO ESCOLAR 145**

Daniela de Almeida dos Santos

Adriana Massãê Kataoka

SOBRE AS AUTORAS E OS AUTORES 171

ÍNDICE REMISSIVO 176

PREFÁCIO

O conhecimento pode ser pensado por meio de várias metáforas. Podemos pensá-lo como um bem a ser acumulado; como elos de uma cadeia, ordenados e submetidos a uma hierarquia; ou como algo que deve ser construído. Mas a metáfora do conhecimento como “rede” (Machado, 1995)¹, ou seja, como “uma teia de relações”, cuja construção envolve a família, a escola e, mais recentemente, as redes sociais, tem se mostrado muito apropriada para os dias atuais.

O conhecimento também pode ser concebido como “objetivo” e independente do sujeito conhecedor (Popper, 1995)². Nesse sentido, um livro, um artigo ou qualquer produção bibliográfica seria um objeto independente, que pode ser apreendido pelos eventuais leitores, que irão compreendê-lo e utilizá-lo de acordo com suas intencionalidades. Este livro, portanto, quando publicado adquirirá autonomia; habitará um mundo próprio, denominado por Popper de “mundo 3”, tendo uma existência independente dos autores que o produziram.

Para os homens de natureza mais prática, o conhecimento, assim como quase toda a atividade intelectual e artística, pode ser considerado como inútil. Entretanto, antes de meados do século XX, Flexner (1939)³, já argumentava sobre a “utilidade do conhecimento inútil”, mencionando vários exemplos, dentre outros os trabalhos de Maxwell, Hertz e Faraday, cujas pesquisas eram movidas pela simples curiosidade e nenhuma demanda por aplicação ou utilidade.

O mesmo mote foi adotado recentemente por Ordine (2016)⁴ que discorre sobre a “útil inutilidade” da literatura, da filosofia, da poesia, da ciência, etc. Apontando que tais produções possuem um fim em si mesmas, distantes de vínculos práticos e comerciais, as quais, por isso mesmo, têm desempenhado papel fundamental no crescimento cultural da humanidade. Ordine também menciona outra característica do conhecimento, aquela em que ele pode ser compartilhado infinitas vezes sem que seu transmissor perca alguma coisa: na verdade, trata-se de uma riqueza que quanto mais é doada, mais nos enriquece. Os professores sabem disso muito bem: quanto mais o conhecimento é ensinado tanto mais quem ensina aprende.

¹ MACHADO, N. J. **Epistemologia e didática**: as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente. São Paulo: Cortez, 1995.

² POPPER, K. R. **Conhecimento objetivo**: uma abordagem evolucionária. Belo Horizonte: Editora Itatiaia; São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1975.

³ FLEXNER, A. The usefulness of useless knowledge. **Harper's Magazine**, 1939, p.544-552.

⁴ ORDINE, N. **A utilidade do inútil**: um manifesto. Rio de Janeiro: Zahar. 2016.

Entendo este livro conforme as citações brevemente expostas: trata-se de um conhecimento objetivo, construído em rede, cujo valor não reside em um fim imediato e que constitui uma riqueza que os autores colocam à disposição de todos, sem que com isso, percam algo. Ao contrário, muito aprenderam durante todo o processo da elaboração dos capítulos aqui apresentados, que ora compartilham com todos os educadores, estudantes e demais interessados.

O presente livro é uma iniciativa do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, da Universidade Estadual do Centro-Oeste (PPGEN/Unicentro) e do Programa de Pós-graduação em Ensino, da Universidade Estadual do Norte do Paraná (PPGEN/UENP). Os temas abordados no livro são os seguintes: o ensino de Química em um sistema prisional; o ensino sobre o Modelo Padrão da Física de Partículas; o ensino da Gravitação Universal; o ensino de Proporcionalidade; análise de dissertações do PPGEN/Unicentro que trabalharam com a Modelagem Matemática; o ensino de conteúdos de Botânica (metabólitos secundários); o ensino de Embriologia e o uso pedagógico da impressora 3D; a prática da Educação Ambiental crítica em espaços escolares; a complexidade e a inserção da Educação Ambiental no contexto escolar.

O livro aborda temas relevantes e atuais, revelando um aspecto importante dos Mestrados Profissionais em Ensino: sua abrangência, aplicabilidade, fecundidade e capilaridade entre as diversas áreas de conhecimento.

Boa leitura a todos!

Sergio de Mello Arruda
Prof. Sênior da Universidade Estadual de Londrina
sergioarruda@uel.br

RELATO DE EXPERIÊNCIA SOBRE O IMPACTO DE UM JOGO DIDÁTICO NO ENSINO DE QUÍMICA NO CONTEXTO PRISIONAL

Fernando José Rodrigues

Elisa Aguayo da Rosa

Nádia Maria Garcias da Luz Sanches

Marcos Roberto da Rosa

1. INTRODUÇÃO

As discussões em torno das dificuldades para se ensinar Química estão constantemente em evidência na literatura da área. Alguns relatos retratam as limitações vivenciadas pelos professores em sala de aula devido às más condições de infraestrutura e dos recursos didáticos escolares e, até mesmo, às dificuldades dos alunos em compreenderem Química, sentirem-se motivados ou significarem os conteúdos ensinados (CHAVES; MEOTTI, 2019; COSTA-BEBER; MALDANER, 2009; SANTOS *et al.* 2013).

Na Educação para Jovens e Adultos - EJA esse cenário se intensifica, uma vez que se admite que os alunos dessa modalidade têm suas especificidades, como diversidade de faixas etárias, de autoestima, de vivências e, também, acentuado histórico de evasão e reprovações no ensino regular (RODRIGUES, 2018). Inclusive, a história mostra que a EJA, como política pública de Educação é, de certa forma, muito recente e só se consolidou após muitos movimentos de lutas. Originalmente, era contemplada por meio de campanhas e programas sem nenhuma perspectiva de continuidade e, ainda, elevada insuficiência de oferta de vagas, ou seja, não havia oportunidade para todos (HADDAD; DI PIERRO, 2000).

As Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação de Jovens e Adultos (BRASIL, 2000) reforçam esta realidade de exclusão e de defasagem educacional, ao considerar que muitos brasileiros têm um histórico de vida escolar muito parecido de interrupção de seus estudos na idade própria. No ano de 2020, por exemplo, o censo escolar apontou queda de 8,3% de matriculados na EJA, ou cerca de 3 milhões de alunos (BRASIL, 2021a).

De acordo com as mesmas Diretrizes, para minimizar essa demanda, não bastam ações isoladas ou emergenciais, mas sim, ações bem elaboradas e planejadas que se integrem e que, principalmente, sejam de caráter permanente na vida destes sujeitos. Nesse ínterim, reconhece-se o direito à Educação de todos os cidadãos e que a escola, em sua essência, é o lócus de diálogos, encontros, criatividade e ascensão cognitiva.

Com relação aos documentos norteadores de ensino, para o EJA, particularmente no Estado do Paraná, adota-se o Currículo da Rede Estadual Paranaense – CREP¹, para o Ensino Fundamental, e as Diretrizes Curriculares Estaduais – DCE (BRASIL, 2008), para o Ensino Médio. Ambos orientam sobre os conteúdos a serem ensinados, de acordo com as áreas de conhecimento e, sendo assim, são documentos únicos para todas as escolas, sejam elas públicas ou privadas, ou para idade própria ou para EJA.

Por outro lado, há aspectos do processo de ensino e aprendizagem da EJA que se diferenciam da Educação para alunos regulares. Cita-se, como um exemplo, a organização dos conteúdos que, no caso da EJA, não estão fragmentados por ano ou seriação. Ademais, o aluno na modalidade EJA pode ser ensinado de duas maneiras: a coletiva ou a individual. Na organização coletiva segue-se exatamente como ocorre em qualquer sala de aula, com todos os alunos aprendendo o mesmo conteúdo em um mesmo momento. Na organização individual, atendem-se diversos alunos, numa mesma sala e num mesmo momento, mas com diferentes níveis e conteúdos.

Destaca-se também, que o Conselho Estadual de Educação aprovou em 2015, de início provisoriamente, mas após o período de avaliação, definitivamente, a permissão para que parte da carga horária total da disciplina fosse realizada a distância pelos alunos, sem a presença do professor, através de atividades complementares. É imprescindível destacar que essa medida é exclusiva para o sistema prisional, pois se ajusta à sua oferta e é compatível à realidade dos alunos privados de liberdade, que podem aproveitar o tempo ocioso para realizar as atividades de aula.

Ainda quanto ao perfil dos alunos que procuram essa modalidade, deve-se considerar a distinta faixa etária e, também, a diversidade sociocultural. A grande maioria dos alunos são trabalhadores e/ou do campo, de assentamentos, agricultores familiares, povos indígenas, descendentes negros advindos de quilombos e outros mais.

Diante desse cenário, surgiu a oportunidade de conhecer, estudar e vivenciar a modalidade EJA para além de todos os seus detalhes e aspectos diferenciados das demais modalidades, e à margem de qualquer outra: a dos alunos privados de liberdade. A singularidade e a especificidade de tal público, e todos os aspectos didáticos e pedagógicos que a EJA requer, impulsionaram esse trabalho, na busca por diferentes caminhos ou formas de

¹ Disponíveis para todas as disciplinas do ensino fundamental em: <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1669> acesso em 05/07/2021.

ensinar.

É muito importante ressaltar que ensinar dentro do sistema prisional traz desencadeamentos que podem dificultar o trabalho pedagógico e docente. Conforme lembra Gruszka (2018), em se tratando da EJA para privados de liberdade, há o agravante de os alunos e professores estarem sujeitos às normas mais rigorosas e às limitações de espaço e de material didático. No ensino da disciplina de Química, por exemplo, o desenvolvimento de experimentos passa por restrições, devido ao protocolo próprio de segurança do sistema prisional, ou seja, fica proibida a entrada de alguns tipos de reagentes, vidrarias, entre outros materiais. E em função destas e outras condições, e somadas a hostilidade própria do ambiente, o professor passa a ser um produtor de estratégias ou métodos adequados para as suas intervenções de ensino no contexto prisional.

Considerando essa realidade e, também, a busca por instrumentos motivadores para o ensino e a aprendizagem de Química, os jogos didáticos emergiram como uma possibilidade viável para se desenvolver na EJA. Isso porque os jogos desencadeiam intencionalidades lúdicas e têm o potencial da dinâmica, da interatividade e da colaboração, bem como do desenvolvimento de habilidades e de interesse do aluno para o conhecimento. Além disso, conta-se com a mediação do professor para orientar, estabelecer consensos e encontrar um equilíbrio entre conteúdo e diversão para, assim, alcançar os objetivos educacionais que se propõem (FELÍCIO; SOARES, 2018; SILVA *et al.* 2019).

As atividades experimentais também têm se mostrado estratégias eficientes para estimular a curiosidade dos alunos, os questionamentos e a investigação (GUIMARÃES, 2009). Inclusive, as Diretrizes Curriculares da Educação Básica – Química - DCE (BRASIL, 2008), com base em resultados de pesquisa, também exaltam a importância da experimentação para que os alunos compreendam melhor os fenômenos químicos e estabeleçam relações entre teoria e prática. Desse modo, incentivam a realização de atividades experimentais que podem ser simples, porém motivadoras de perguntas e exposição de dúvidas, o que permite ao professor “localizar as possíveis contradições e limitações dos conhecimentos explicitados pelos estudantes” (BRASIL, 2008, p.68).

Nessa perspectiva, a partir de um recorte de pesquisa desenvolvida no âmbito do Mestrado Profissional do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática - PPGEN, da UNICENTRO, a proposta desse trabalho é relatar o desenvolvimento de um jogo, com caráter experimental, para aplicação na disciplina de Química do EJA-Privados de

Liberdade, a partir do tema norteador “ácidos e bases”. Tal conteúdo tem relevância, pois está presente no cotidiano dos alunos, há dificuldades de compreensão associados ao assunto e, também, porque as DCE consideram ser fundamental reconhecer espécies ácidas e base e suas interações (BRASIL, 2008, p.75). Adicionalmente, pretende-se trazer uma reflexão sobre os impactos dessa proposta no contexto prisional. A pesquisa foi aprovada por Comitê de Ética, sob o protocolo n. 67759517.6.0000.0106 e, desse modo, foi formalmente autorizada pela Secretaria de Estado de Segurança Pública - SESP em parceria com a Secretaria de Estado da Educação - SEED.

Para tanto, este capítulo contempla a elaboração e a descrição da aplicação do jogo e, na sequência, as referidas transformações desencadeadas nesse meio, a partir dos olhares dos autores desse estudo.

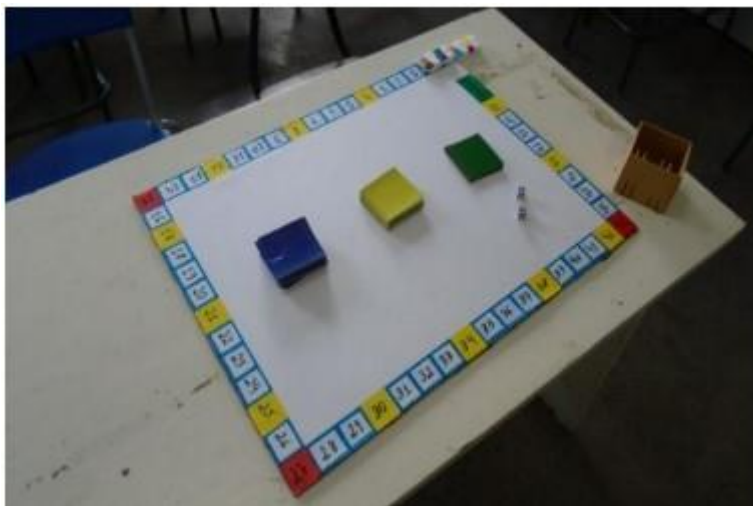
2. ELABORAÇÃO DO JOGO

O instrumento didático desenvolvido nesse trabalho revela um jogo simples de tabuleiro, com cartas e experimentos. Considerando a necessidade de se ensinar o conteúdo ácido e base, as cartas focalizaram as associações entre nomes, propriedades e fórmulas de espécies ácidas ou básicas de uso diário, ou ainda, a certos desafios experimentais. Um exemplo de desafio é a solicitação ao jogador para que mostre e explique uma adequada combinação, de alguma amostra com algum indicador ácido-base, para que haja uma determinada alteração de cor da solução.

Desse modo, o jogador deverá relacionar algumas das teorias ácido-base (Arrhenius, Bronsted-Lowry e Lewis) com a transformação de cor e a característica ácida ou básica da amostra testada. Para tal, foram selecionadas soluções de substâncias ácidas e básicas do dia a dia, diluídas, que tivessem a entrada permitida nas unidades prisionais e, ainda, não colocassem em risco a integridade física dos alunos, como o leite de magnésia e o suco de limão. Os indicadores ácido-base usados foram: o caseiro, preparado com o extrato de repolho roxo e os comerciais adquiridos pela *internet*: fenolftaleína, azul de bromotimol; além de fitas de papel indicador universal. Todas as soluções previstas na atividade foram preparadas e armazenadas em garrafas PET.

A fim de checar a dinâmica e a jogabilidade do instrumento, um projeto piloto foi desenvolvido, fazendo uso de materiais alternativos. Para o tabuleiro, foi utilizado um isopor sobreposto com cartolina e o *design* do interior foi pintado com canetas hidrográficas. As cartas foram impressas em papel A4, coladas em papel-cartão e envolvidas com papel *contact*, conforme Figura 1.

Figura 1. Tabuleiro piloto do Jogo Ácido-Base. As cartas estão sobre o tabuleiro nas cores azul, amarelo e verde.



Fonte: Autores (2018).

Desse modo, os materiais necessários para a construção do jogo foram:

-Para a elaboração do tabuleiro: 1 cartolina branca (66cmx50cm); 1 folha de isopor (66cmx50cm); canetas hidrográficas coloridas; régua; 1 cola de bastão média; 1 folha de papel cartão verde (48cmx66cm); 1 folha de papel cartão amarelo (48cmx66cm); 1 folha de papel cartão azul (48cmx66cm); papel *contact*; uma tesoura.

-Para as amostras, em soluções, que ficariam disponíveis para os jogadores desenvolverem os desafios experimentais:

-Soluções Ácidas: Suco de limão (caldo de 2 limões e completar o volume de 500mL com água); Vinagre (500mL); Suco de laranja (suco de duas laranjas e completar o volume de 500mL com água); Solução de vitamina C (1 comprimido dissolvido em 500mL de água); Solução de etanol (500mL de álcool de posto ou álcool 46% encontrado em mercado).

-Solução neutra: Água destilada (500mL), encontrada em farmácias de manipulação.

-Soluções alcalinas: Solução de bicarbonato de sódio (5g do sal dissolvidos em 500mL de água); Solução de soda cáustica (5g de soda dissolvidos em 500mL de água); Solução de sal amoníaco (5g do sal dissolvidos em 500mL de água); Solução de hidróxido de cálcio (cal) (5g de

cal dissolvidos em 500mL de água); Solução de leite de magnésia (50mL diluídos com 200mL de água); Solução de sabão em pó (5g de sabão em pó dissolvidos em 500mL de água).

-Soluções de indicadores ácido-base: azul de bromotimol²; fenolftaleína³; extrato de repolho roxo (obtido batendo, em um liquidificador, folhas de repolho roxo com água e filtrando com ajuda de uma peneira ou pano).

-Outros materiais: fitas de papel indicador universal de pH (1-14)⁴; um dado; kit com 12 tubos de plástico com tampa (podem ser adquiridos em lojas de materiais para festas de aniversário) para os alunos desenvolverem os desafios experimentais; 6 carrinhos para identificar o progresso de cada jogador no tabuleiro.

Assim sendo, o jogo foi planejado para engajamento de no máximo 6 participantes, cada qual representado por um carrinho, feito de isopor e pintado a caneta, que deveria percorrer a trilha do tabuleiro.

As regras do jogo são:

-De início, todos os jogadores jogam o dado. Aquele que tirar o maior número será o primeiro. Em caso de empate, haverá nova disputa somente entre os empatados. O segundo será o jogador sentado à direita do primeiro e, assim, sucessivamente. Cada jogador escolherá um dos carrinhos e colocará no espaço “início” do tabuleiro.

-O primeiro participante jogará o dado e avançará no tabuleiro de acordo com o número que tirou no dado. Se cair em uma casa azul, deverá responder uma alternativa de uma carta azul com questão de teoria ácido-base. Se cair em uma casa amarela, o jogador deverá pegar uma carta de desafio experimental (cartas amarelas) e, também, uma carta tentativa (cartas verdes) que definirá o número de tentativas que o jogador terá para executar seu desafio (1vez, duas ou três vezes).

-Se o jogador parar em uma casa vermelha, ele deverá ficar sem jogar por uma rodada. Após cumprir seu castigo, o jogador tentará retornar ao jogo. Para isso, será necessário pegar uma carta amarela e, sem poder utilizar as cartas tentativas, realizar com apenas uma chance o desafio experimental.

Após as primeiras testagens do jogo, percebeu-se que os carrinhos

2 https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1098939830-azul-de-bromotimol-1-100-ml-lab-lac-_JM

3 https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1675956547-fenolftaleina-05-500ml-_JM

4 https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-1747334807-fitas-papel-indicador-teste-de-ph-universal-1-14-80-fitas-_JM

não tinham relação com a atividade e optou-se por substituí-los por seis bonecos (avatares) de cientistas (Figura 2). Com ajuda de uma artesã, Marcilene Pires, os bonecos foram confeccionados com massa de *biscuit*, tendo 6 cm de altura por 2 cm de largura e sendo três do gênero masculino e três do gênero feminino, trajados com óculos de proteção e jalecos, segurando vidrarias nas mãos. Foram atribuídos aos avatares os nomes de pesquisadores relacionados com a temática ácido-base: Arrhenius, Bronsted, Lowry, Lewis, Werner e Lux. Como todos os cientistas pesquisadores eram homens, foram atribuídos aleatoriamente três nomes para os avatares do gênero feminino: Arrhenius, Lux e Lowry.

Figura 2. Avatares do jogo Ácido-Base



Fonte: Autores (2019).

Além disso, foi solicitado ao design gráfico Diego Domiciano a elaboração de uma arte para o tabuleiro e para as cartas, para posterior impressão em uma gráfica. O material foi impresso em um adesivo e colado inversamente (por baixo) em um suporte acrílico de policloreto de vinila (PVC). O jogo também ganhou o nome de “Quimicando Ácidos e Bases”. O tabuleiro digitalizado está representado na Figura 3. A Figura 4 abaixo traz um exemplo de cada tipo de carta utilizada no jogo.

Figura 3. Tabuleiro digitalizado produzido pelo design gráfico Diego Domiciano.



Fonte: Autores (2018).

Figura 4. Cartas teóricas (cor azul), cartas experimentais (cor amarela) e cartas tentativas (cor verde).



Fonte: Autores (2018).

As regras do jogo, por sua vez, também ganharam um infográfico (Figura 5).

Figura 5. Infográfico com as regras jogo Quimicando Ácidos e Bases

QUIMICANDO - ÁCIDOS E BASES

REGRAS DO JOGO

NÚMERO DE PARTICIPANTES: ATÉ 06 JOGADORES

OBJETIVO

Percorrer todas as casas do tabuleiro. É considerado vencedor, o primeiro a chegar ao final.



INÍCIO

Todos os jogadores jogam o dado. Aquele que tirar o maior número será o primeiro. Em caso de empate, haverá nova disputa somente entre os empatados. O segundo será o jogador sentado à direita do primeiro e assim sucessivamente. Cada jogador escolhe um dos avatares e colocará no espaço início do tabuleiro.



DESENVOLVIMENTO

O primeiro jogador jogará o dado e avançará no tabuleiro o número que tirou no dado. Se cair em uma casa azul, deverá responder uma alternativa de uma carta azul com questão de teoria ácido-base. Se cair em uma casa amarela, o jogador deverá pegar uma carta de desafio experimental (cartas amarelas) e uma carta tentativa (cartas verdes) que definirá o número de tentativas que o jogador terá para executar seu desafio (1X, 2X ou 3X).



CASAS VERMELHAS

Se cair em uma casa vermelha o jogador deverá ficar sem jogar por uma rodada. Após cumprir seu castigo, o jogador tentará retornar ao jogo. Para isso, será necessário pegar uma carta amarela e sem poder utilizar as cartas tentativas, realizar com apenas uma chance o desafio proposto na carta amarela.



DESAFIOS EXPERIMENTAIS

Os participantes deverão usar os tubos de ensaio, as soluções, indicadores, e fitas de papel indicador disponibilizados para buscar as respostas dos desafios.



TODOS O DIREITOS SÃO DOS AUTORES

Fonte: Autores (2020).

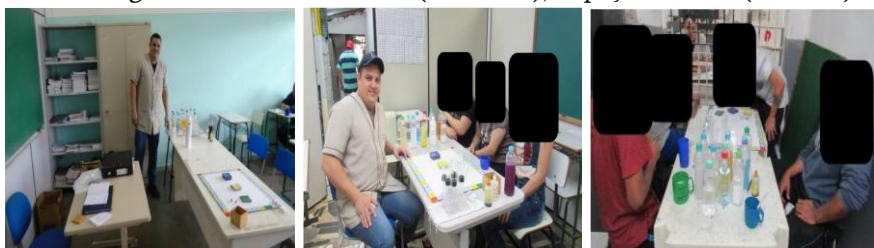
Maiores detalhes da confecção do jogo e do conteúdo das cartas podem ser consultados no produto didático original (RODRIGUES, 2018).

3. DESCRIÇÃO DA APLICAÇÃO DO JOGO

O jogo foi aplicado, de forma presencial, nas aulas da disciplina de Química, em três turmas, para um total de 15 alunos, em duas unidades prisionais: Centro de Regime Semiaberto de Guarapuava (CRAG), atualmente Penitenciária Estadual de Guarapuava - Unidade de Progressão (PEG – UP), e na Cadeia Pública de Guarapuava (CPG).

No CRAG, essa atividade foi desenvolvida em sala de aula própria, em espaço exclusivo para as atividades escolares. Participaram da implementação 6 alunos que dividiam o mesmo ambiente com o professor, não existindo qualquer barreira física entre os sujeitos. Já na Cadeia Pública o jogo foi desenvolvido em duas turmas, sendo uma delas com 03 alunas da galeria feminina e que ocorreu em uma sala de aula adaptada com divisórias, próxima a cozinha da unidade, de maneira que o professor dividia o mesmo ambiente com as alunas. A outra turma, era da galeria masculina, com participação de 6 alunos, e em um espaço adaptado para as atividades escolares, as eclusas, sendo que os alunos ficavam no interior da eclusa e o professor no exterior, separados por grades. A Figura 6 ilustra cada um dos três espaços.

Figura 6. Sala de aula no CRAG (à esquerda); Sala de aula adaptada para atender a galeria feminina na CPG (no centro); Espaço da CPG (à direita).



Fonte: Autores (2018).

A implementação do jogo ocorreu em quatro horas-aulas, tendo o professor como mediador, observador e orientador da atividade, ou seja, com a função de fazer comentários sempre após cada questão, ficar atento às normas e debater, junto aos alunos, os motivos que levaram ao sucesso ou insucesso no desenvolvimento dos desafios experimentais.

4. IMPACTOS, TRANSFORMAÇÕES E NECESSIDADES

Por meio do presente trabalho foi possível verificar que o jogo resultou em implicações positivas para os jovens privados de liberdade e, também, para a prática docente no contexto prisional.

Com relação a aprendizagem do conteúdo, por exemplo, foi observado que os alunos foram capazes de aplicar as três principais teorias ácido-base, de Arrhenius, de Bronsted Lowry e de Lewis, e compreender quais produtos são ácidos e básicos e estão presentes no cotidiano, conforme a relação das soluções descritas anteriormente para composição do jogo. Destaca-se aqui a associação que um dos alunos fez com seu dia a dia, durante o jogo, ao questionar o professor se era possível verificar o pH da água que ele bebia, uma vez que, na opinião dele, o líquido parecia ter uma qualidade duvidosa.

Vale a pena comentar também que, antes da aplicação do jogo, por meio de um questionário elaborado pelo professor, os alunos evidenciaram que conheciam algumas características sobre os compostos ácidos, como: sabor azedo, estão presentes nas frutas como a laranja e o limão e são corrosivos. Esse conhecimento inicial, segundo Cardoso *et al.* (2014), pode estar associado aos livros didáticos da disciplina de Química, que estampam as imagens destas frutas e o fenômeno de corrosão para exemplificar este conteúdo. Após a implementação, pôde-se verificar que os alunos se apropriaram de novos termos e definições que foram tratados durante o jogo, como a definição de Arrhenius sobre os ácidos.

Já para o conceito de bases os alunos tiveram, inicialmente, muitas dificuldades em descrevê-las. Os conhecimentos relatados remetiam a base de maquiagem, substâncias que se misturavam com outras e base no sentido de dar suporte a algo. Essa dificuldade de definir as bases também foi destacada no trabalho de Oliveira (2008). Após o jogo, no entanto, os alunos passaram a explicar as substâncias básicas como aquelas que formavam o íon OH^- em água, que apresentam pH maior que 7 ou sabor amargo e que podiam estar presentes em produtos de limpeza. Nesse caso, a ampliação do vocabulário e das explicações ficaram bem evidentes.

Além dessa evolução conceitual, um outro fator relevante desencadeado pelo jogo foi a interação no ambiente de ensino e aprendizagem. Foi notado que a atividade toda foi realizada num espírito de bastante cooperação, de modo que os alunos competiram, mas sobretudo se ajudaram durante a execução dos desafios experimentais. O jogo os motivou

a querer acertar e avançar no tabuleiro. Chamou a atenção destes alunos, durante os desafios experimentais, todas as reações químicas com os indicadores, as mudanças de cores e, também, as comemorações ou vibrações espontâneas quando caíam, no tabuleiro, nas casas experimentais. Isso evidenciou que o jogo com experimentos transformou a interação dos alunos e, ainda, impulsionou a curiosidade. Desse modo, mesmo que durante poucas horas, o jogo os fez esquecer da clausura e dos motivos pelos quais estavam encarcerados. Durante toda a atividade o professor também conseguiu participar como mediador, auxiliando na leitura das cartas teóricas e experimentais e explicando os procedimentos e regras para o bom desenvolvimento da atividade.

O jogo em si também foi bem avaliado pelos alunos, que foram inquiridos pelo professor a atribuir uma nota de 1,0 a 5,0 para a atividade. Nenhum aluno atribuiu um valor menor que 3,0 para a proposta. De um grupo de 15 alunos, 73,3% (11) atribuíram a nota máxima 5,0, 13,3% (2) atribuíram nota 4,0 e 13,3% atribuíram nota 3,0, o que mostra elevada aceitação do jogo pelos alunos.

De modo geral, dentre os fatores que podem ter contribuído para o sucesso da atividade, pode-se destacar: a metodologia escolhida, por meio de um jogo, ou seja, uma proposta motivadora, que despertou interesse e mobilizou os alunos a explicarem o conteúdo; a possibilidade de manipular as soluções; e todo um planejamento e desenvolvimento cuidadoso do jogo piloto, para testagem prévia da jogabilidade e da dinâmica do instrumento junto aos alunos, favorecendo as melhorias. Além disso, enfatiza-se o já comentado engajamento e comprometimento dos alunos para o bom andamento da atividade, uma vez que não houve registro de nenhum ato de desobediência ou indisciplina e nenhum desentendimento, por quaisquer dos alunos, mesmo quando estes não acertavam a questão da carta ou não conseguiam realizar o desafio experimental.

É relevante comentar que mesmo após a realização do jogo, em aulas posteriores, os alunos pediram para jogarem novamente ou que o professor desenvolvesse um outro jogo similar para o próximo conteúdo. Além do mais, os alunos insistiam em poder participar da atividade quando os novos alunos chegassem, uma vez que na EJA prisional a entrada de novos ingressantes na disciplina ocorre a todo momento. Esse resultado revela, assim, o quão o jogo foi viável e impactante.

Esclarece-se, ainda, que é rotina na educação intramuros a contagem e listagem de todo o material que vai ser utilizado no desenvolvimento de uma aula. Todos os itens precisam passar pela revista,

realizada pelos agentes penitenciários, e fica proibida a entrada de instrumentos que possam colocar em risco a integridade física dos presos e funcionários. Terminada a aula, o professor confere se todos os itens disponibilizados inicialmente foram devolvidos. Nesse sentido, destaca-se que houve o retorno de todos os produtos contemplados no jogo e por todas as turmas que realizaram a atividade.

Também foi transformador o trabalho alinhado e em harmonia entre professor, equipe pedagógica, direção da escola, chefia de segurança, agentes penitenciários e direção das unidades prisionais, que acolheram a implementação do jogo e permitiram o acesso dos materiais necessários, em apoio às metodologias diferenciadas e melhoramento do processo de ensino e aprendizagem. O professor do sistema prisional está inserido num meio de relação muitas vezes conflituosa, entre presos e agentes penitenciários, no entanto, não deixa de cumprir sua missão de ensinar e tratar com respeito e atenção os seus alunos, não interessando os motivos que os levaram até a prisão; e também valoriza o trabalho dos agentes penitenciários, que cumprem o seu papel de garantir a segurança dos profissionais da Educação e dos próprios presos. Inclusive, no discurso dos professores aos alunos, preza-se pela boa relação e o respeito mútuo entre todos os envolvidos no sistema, a fim de que as atividades educativas tenham pleno desenvolvimento.

Da mesma maneira, destaca-se que existe respeito e valorização por parte dos alunos presos, pelas aulas e pelos professores, fato este que está ficando raro no ensino regular. Isso, inclusive, justifica a preferência de alguns profissionais da Educação por trabalhar no espaço prisional. Já está constatado, também, que os novos presos demonstram interesse em retomar seus estudos assim que chegam na prisão e mesmo os alunos já matriculados, antes até de concluírem qualquer disciplina, já encaminham pedidos ou agendamentos à equipe pedagógica para serem inseridos em uma nova disciplina.

É interessante exaltar, ainda, que houve o reconhecimento, da implementação do jogo, por todos os envolvidos na Educação Prisional. Muitos elogiaram o instrumento ou tiraram dúvidas e outros, ainda, solicitaram detalhes sobre a metodologia desenvolvida. Aliás, uma vez que esse jogo foi um produto educacional originado de um Mestrado Profissional, ainda houve professores que ficaram interessados em se especializar e participar de futuros processos seletivos em programas como esse, direcionados à Educação.

Este jogo também foi socializado para além dos muros da prisão,

por meio de convite, na Mostra do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da UNICENTRO, no ano de 2019, e no Seminário Estadual de Educação nas Prisões em Curitiba, no ano de 2018. Nesse último caso, a comunicação foi oral e apresentada para professores de Química, Física, Biologia e Ciências de toda a rede estadual de Educação nas Prisões do Estado do Paraná. Além disso, o material foi divulgado em um vídeo, produzido pela Secretaria de Estado da Educação – SEED-PR, na primeira semana pedagógica desenvolvida exclusivamente para o sistema prisional, em julho de 2021 (BRASIL, 2021b).

Por fim, vale a pena enfatizar que o Centro Estadual de Educação Básica para Jovens e Adultos - Ceebja Nova Visão é a instituição responsável pela Educação nas unidades penitenciárias da cidade de Guarapuava, fundada em 2009, e que abrange professores de todas as áreas do conhecimento, pedagogos e funcionários qualificados. Com isso, sempre foi uma das escolas referências em todo o Estado do Paraná, atendendo a maior porcentagem de presos aptos a estudarem. É inegável que a instituição teve muitas conquistas e avanços ao longo dos anos, sendo a mais recente a aprovação de uma gráfica duplicadora para elaboração de apostilas e materiais pedagógicos na Cadeia Pública de Guarapuava e Laboratório de Informática na Penitenciária Estadual de Guarapuava (PEG). Porém, ainda há a necessidade de material pedagógico exclusivo para a EJA-Prisional, pois esta modalidade, infelizmente, não está inserida no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), de modo que todo material pedagógico de apoio é elaborado pelo professor, impresso e disponibilizado aos alunos. Alguns professores buscam livros didáticos de anos anteriores, que não estão sendo utilizados em uma escola pública, para utilizar com os alunos privados de liberdade.

Nesse sentido, é fundamental lembrar que, nas unidades prisionais, na escola há a oportunidade de promover atividades artísticas, culturais e científicas. E assim se remete ao Plano Nacional de Educação - PNE (2014-2024) e à necessidade de revisar propostas e programas da Educação de Jovens e Adultos. A Educação no sistema prisional ainda é carente de políticas públicas de valorização e incentivo por parte do governo Estadual e Federal. Isso implica também, em outras necessidades como a de formação continuada específica para professores da Educação prisional e de espaços educacionais planejados para o ensino de Ciências, Química, Física e Biologia, com toda a segurança e equipamentos necessários, para o desenvolvimento de atividades diversas, inclusive as experimentais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esse trabalho foi possível demonstrar que é possível adotar novas práticas, como o jogo didático, para os alunos privados de liberdade, a fim de despertá-los não só para o conhecimento, mas, também, para a adoção de novas atitudes. Isso porque, como foi identificado, além do ganho na aprendizagem de conceitos químicos, a cooperação foi emergente.

Além disso, ficou revelada a importância e a necessidade de compromisso dos educadores em revisar constantemente suas ações pedagógicas, dentro do contexto de ensino e aprendizagem em que estão inseridos, ou seja, com foco no contexto social, na cooperação e compreender que “na ausência do outro, o homem não se constrói homem” (VYGOTSKY, 1991).

Mesmo com os inúmeros ajustes e enfrentamentos que os educadores da EJA-Privados de Liberdade vivenciam, ainda é forte a convicção de que todos, alunos e professores, saem do sistema prisional acrescidos de conhecimento e de valores.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Governo do Paraná. Secretaria de Estado da Educação do Paraná. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica – Química**. Departamento da Educação Básica, 2008.

_____. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Censo da educação básica 2020: resumo técnico** [recurso eletrônico] – Brasília: Inep, 2021a.

_____. Secretaria da Educação do Paraná. Dia-a-dia Educação. Escola Digital Professor. Estudo e Planejamento. 2º semestre de 2021b. Segundo dia. EJA prisional. **Vídeo 7 Gamificação**. Youtube. Canal do Professor – Formação Continuada SEED PR, 2021b. 1 vídeo (13:30 min). Disponível em:

https://www.youtube.com/watch?v=34jtJWH-qcc&ab_channel=CanalDoProfessor-Forma%C3%A7%C3%A3ocontinuadaSEEDPR. Acesso em: 23 julh. 2021.

_____. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Básica. Parecer CNE/ CEB nº. 11, de 10 de maio de 2000. **Diretrizes Curriculares para a Educação de Jovens e Adultos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 jun. 2000.

CARDOSO S. M. B., SILVA, L. H. B.; LIMA, J. P. M. Concepções

alternativas de estudantes da 1ª série do ensino médio sobre ácidos e bases investigadas nas ações do PIBID/Química/UFS/São Cristóvão, **Scientia Plena**, v. 10, n. 8, p. 1-8, 2014.

CHAVES, J. F.; MEOTTI, P. R. M. Dificuldades no ensino aprendizagem e estratégias motivacionais na disciplina de Química no Instituto Federal do Amazonas – *Campus* Humaitá, **Revista EDUCAmazônia – Educação, Sociedade e Meio Ambiente**, ano 12, v. XXII, n. 1, p. 206-224, 2019.

COSTA-BEBER, L. B.; MALDANER, O. A. Níveis de significação de conceitos e conteúdos escolares Químicos no Ensino Médio: compreensões sobre ligações químicas, **Vidya**, v. 29, n. 2, p. 97-114, 2009.

FELÍCIO, C. M.; SOARES, M. H. F. B. Da intencionalidade à responsabilidade lúdica: novos termos para uma reflexão sobre o uso de jogos no Ensino de Química, **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 3, p. 160-168, 2018.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa, **Química Nova na Escola**, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

GRUSZKA, Y. M. R. **Material didático de Química na EJA: uma proposta a partir dos três momentos pedagógicos**. 2018, 96 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2018.

HADDAD, S.; DI PIERRO, M. C. Escolarização de Jovens e Adultos. **Revista Brasileira de Educação**, n. 14, p. 108-130, 2000.

OLIVEIRA, A. M. Dissertação de mestrado. **Concepções alternativas de estudantes de ensino Médio sobre ácidos e bases: um estudo de caso**. 2008, 63 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Porto Alegre – RS, 2008.

RODRIGUES, F. J. **Ensino de Química para jovens privados de liberdade: o jogo como recurso didático**. 2018, 73 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2018.

RODRIGUES, V. E. R. **A Educação nas penitenciárias: as relações entre a estrutura física e a prática pedagógica nas unidades penais do Paraná**. 2018. Tese – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2018.

SANTOS, A. O.; SILVA, R. P.; ANDRADE, D.; LIMA, J. P. M. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do Ensino Médio investigadas em ações do PIBID/UFS/Química. **Scientia Plena**, v. 9, n. 7, p. 1-6, 2013.

SILVA, E. A. N.; JESUS, C. P. F.; MENDES, A. N. F. Jogando com a Química: um instrumento de aprendizagem no ensino da eletroquímica, **Revista de Estudos e Pesquisa sobre Ensino Tecnológico – Educitec**, v. 5, n. 10, p. 39-54, 2019.

VYGOTSKY, L. S. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. *In*: LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N.; VYGOTSKY, L. S. **Psicologia e pedagogia – bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento**. São Paulo: Moraes, 1991.

COMBINANDO AS METODOLOGIAS ENSINO SOB MEDIDA E INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS PARA O ENSINO SOBRE O MODELO PADRÃO DA FÍSICA DE PARTÍCULAS

Alexandre Vicentini
Rodrigo Oliveira Bastos
Ricardo Yoshimitsu Miyahara

1. INTRODUÇÃO

Dentre os trabalhos pioneiros sobre a inserção da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no Ensino Médio (EM), podemos destacar os escritos de Ostermann e Moreira (2000) que realizaram uma pesquisa entre físicos, pesquisadores em ensino de Física e professores de Física do EM. Eles elaboraram uma lista de tópicos de FMC que deveriam fazer parte do currículo de Física. Dentre eles, podemos destacar o tópico Partículas Elementares. Porém, o ensino de Física de Partículas Elementares, em específico, enfrenta alguns obstáculos, como: a grade horária atual, o despreparo dos professores e a falta de materiais didáticos adequados. Portanto, as chamadas Metodologias Ativas de Ensino e Aprendizagem aparecem como uma opção.

Em meio as variadas metodologias, os métodos Ensino sob Medida (EsM) e Instrução pelos Colegas (IpC) se destacam. Na metodologia EsM, o aluno tem que assumir a responsabilidade de se preparar para a aula, através de leitura, por exemplo. A metodologia IpC se caracteriza por incentivar a discussão entre os alunos sobre questões conceituais em sala de aula. Diversos estudos apontam que a combinação das metodologias EsM e IpC propiciam bons resultados no ensino de Física (MÜLLER *et al.* 2012; OLIVEIRA *et al.* 2015).

Também vale ressaltar que no contexto atual de uma sociedade fortemente marcada pelo uso de computadores, celulares e da rede mundial de computadores interligados (*internet*), a utilização das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) apresenta-se como uma ferramenta valiosa, permitindo dinamizar e tornar o processo de ensino e aprendizagem mais atrativos.

Com base nessas premissas, desenvolveu-se uma Sequência Didática, com o tema Modelo Padrão da Física de Partículas. O processo de ensino implementado integrou as metodologias ativas EsM e IpC, mediadas

pelas TDIC, aplicada em uma turma contendo 12 (doze) alunos¹, da Educação de Jovens e Adultos (EJA) de EM, pertencentes a uma Ação Pedagógica Descentralizada (APED) que funcionou em uma escola de Guarapuava, PR.

O material desenvolvido e as metodologias de ensino adotadas foram subsidiados pelos aportes teóricos fornecidos pela Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e pela Teoria Sociointeracionista de Vygotsky. O trabalho foi aplicado na disciplina de Física, enquanto o pesquisador atuava como professor da turma.

2. A FÍSICA DE PARTÍCULAS ELEMENTARES

Durante muitas décadas a única fonte de partículas eram os raios cósmicos, provenientes do universo primordial. Mas, no início da década de 1930 os físicos John Cockcroft (1897–1967) e Ernest Walton (1903–1995) se uniram para criar o primeiro acelerador linear de partículas (LINAC²). Entre 1930 e 1932 o físico Ernest Lawrence (1901–1958) construiu o primeiro acelerador circular (*Ciclotron*). Atualmente, o LHC³ do CERN⁴ é o maior acelerador de partículas e o de maior energia existente no mundo. O LHC funciona fazendo partículas colidirem. Os estudos dessas colisões permitem questionar a natureza, tentando obter assim uma resposta tanto a respeito das dimensões como da estrutura subatômica.

O desenvolvimento dos aceleradores de partículas trouxe à tona muitas outras partículas e o surgimento de um novo ramo da Física – a **Física de Partículas** (ABDALLA, 2006). Seus estudos permitiram o desenvolver, por exemplo, áreas da computação, da eletrônica e da medicina (LOVATI, 2016). Porém, com o surgimento de um número cada vez maior de partículas, surgiu a necessidade de uma classificação, e de forma geral, as partículas foram classificadas de acordo com seu *spin*⁵ (Quadro 1) em *bósons* (com *spin* inteiro) e *férmions* (com *spin* semi-inteiro).

1 Os nomes dos alunos foram ocultados.

2 LINAC sigla em inglês de *Linear Particle Accelerator* (em português, Acelerador de Partículas Linear).

3 Sigla do inglês *Large Hadron Collider* (Grande Colisor de Hádrons).

4 Sigla do francês *Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire* (Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear, em português).

5 Número quântico associado a uma partícula que mede o seu momento angular intrínseco.

Quadro 1. Classificação de algumas partículas de acordo com seu *spin*.

TIPO DE PARTÍCULA COM RELAÇÃO AO SPIN		
	férmions (spin semi-inteiro)	bósons (spin inteiro)
hádrons: partículas que sentem a força forte	bárions (p, n, σ , Ξ , λ ,...)	π^\pm , π^0 , k^\pm , k^0 , η^0
partículas que não sentem a força forte	léptons (e^- , ν_e , ν_μ ,...)	fóton γ

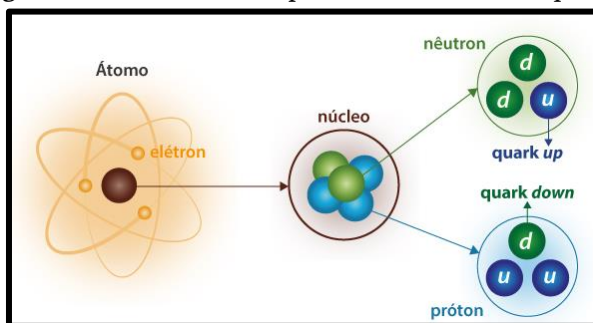
Fonte: Adaptada de Abdalla (2006).

Isso fez com que se procurasse um modelo que pudesse descrever de forma simplificada o conjunto de partículas conhecido. Durante a década de 1970, foi desenvolvida um modelo para explicar a estrutura da matéria. Este modelo ficou conhecido como **Modelo Padrão**. Apesar de ser chamado de modelo, ele é na verdade uma teoria. E como se tem observado, muito precisa (MOREIRA, 2009).

As partículas que interagem via forças nucleares foram denominadas de *hádrons* e as partículas que não interagem via forças nucleares foram denominadas de *léptons*. Os hádrons podem ser classificados em: *mésons* (bósons) e *bárions* (férmions).

Em 1964, o físico norte-americano Murray Gell-Mann propôs que todos os *hádrons* seriam formados por partículas fundamentais, as quais denominou de *quarks* (Figura 1). Segundo essa proposta, os *quarks* aparecem em três tipos⁶ (*up*, *down*, *strange*) ou (u,d,s) denominados *sabores*.

Figura 1. A subdivisão dos prótons e nêutrons em quarks.



Fonte: Adaptada de Miranda (2015).

⁶ Hoje sabe-se que existem seis tipos (ou sabores) de quarks: *up* (u), *down* (d), *strange* (s), charm (c), bottom (b) e top (t).

No mesmo ano, o físico britânico Peter Higgs (nasc. 1929) ajudou a desenvolver uma teoria, posteriormente incorporada ao Modelo Padrão, de como as partículas poderiam ter massa.

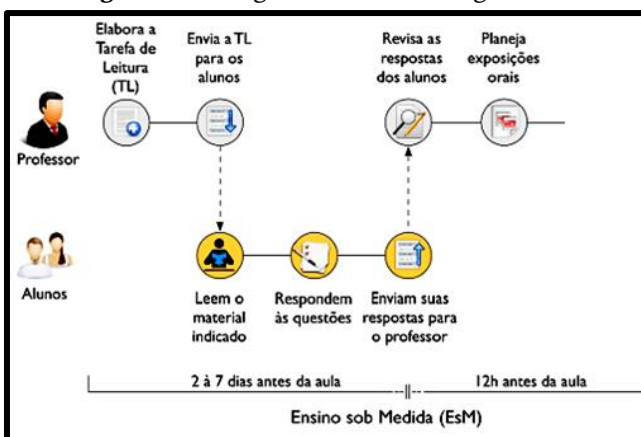
O bóson de Higgs, proposto pelo físico britânico, seria uma partícula associada a um campo fundamental responsável por explicar a origem da massa das partículas. A comprovação da existência dessa partícula durou décadas, até que, em 2012, um experimento no LHC atestou a sua existência, porém o anúncio foi cauteloso (PIMENTA *et al.* 2013).

3. O MÉTODO ENSINO SOB MEDIDA

Criado pelo professor Gregor Novak da Universidade de Indiana nos Estados Unidos, o método Ensino sob Medida (EsM) procura criar condições para que o aluno possa adquirir conhecimentos prévios, por meio de materiais fornecidos pelo professor, tais como Textos de Apoio (TA), vídeos, artigos curtos etc. (NOVAK *et al.* 1999).

Após a leitura dos materiais encaminhados, os alunos respondem questões, denominadas Tarefa de Leitura (TL), e, enviando suas respostas para o professor por meio eletrônico (via *e-mail*, *Moodle*, *WhatsApp* etc.). Tal encaminhamento deve ser realizado em um prazo que permita ao professor preparar a sua aula com base nas respostas obtidas. A sequência dos passos da metodologia EsM pode ser observada na Figura 2.

Figura 2. Fluxograma da metodologia EsM.



Fonte: Adaptado de Araújo e Mazur (2013).

A verificação dos conhecimentos prévios, das dúvidas e das dificuldades dos estudantes permite ao professor um encaminhamento adequado de suas aulas.

4. O MÉTODO INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS

Desenvolvido pelo professor holandês Eric Mazur da Universidade de Harvard Estados Unidos, o método Instrução pelos Colegas (IpC) segue como a mais utilizada no ensino de Física (HENDERSON; DANCY, 2009). Porém, a maioria das aplicações são no Ensino Superior (ARAÚJO *et al.* 2017).

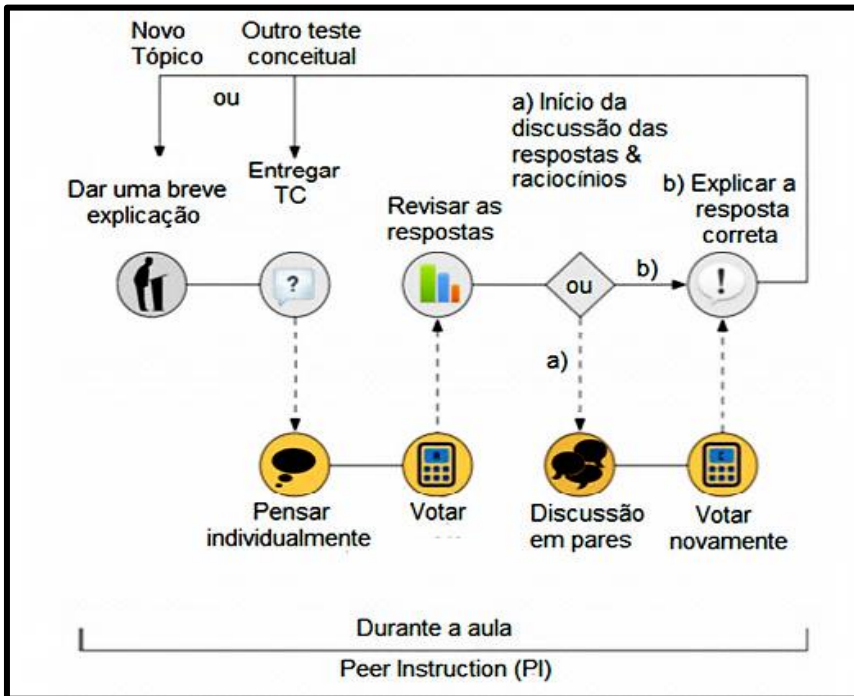
A metodologia caracteriza-se pelo professor fazendo exposições curtas, em torno de 10 (dez) a 15 (quinze) minutos, e posteriormente lançando um Teste Conceitual (TC), geralmente de múltipla escolha, sendo composto por questão(ões) ou problema(s) relacionado(s) aos conteúdos estudados. Em seguida os alunos têm alguns minutos para pensar e responder individualmente a resposta correta, utilizando algum sistema para votação. Os meios de votação podem ser cartões resposta ou meios eletrônicos. O meio de votação escolhido neste trabalho foi o aplicativo *Plickers*, instalado no celular do professor-pesquisador.

Conforme a distribuição das respostas, o professor pode seguir os seguintes encaminhamentos, de acordo com Mazur (2015):

- ✓ acima de 70% de acertos: o professor dá uma breve explicação sobre o tema e passa para outro.
- ✓ abaixo de 30% de acertos: o professor repete a exposição, obviamente com algumas diferenças;
- ✓ entre 30% e 70% de acertos: formam-se grupos de alunos, entre 2 e 5 alunos, que discutem os temas expostos. Após alguns minutos de debate, cada aluno responde, individualmente, novamente. Ao final, o professor esclarece a resposta correta. O processo recomeça com a exposição de um novo tópico.

A sequência dos passos da metodologia IpC pode ser observada na Figura 3.

Figura 3. Fluxograma da metodologia IpC.



Fonte: Adaptado de Araújo e Mazur (2013).

5. O USO COMBINADO DOS MÉTODOS EsM E IpC

Estudos revelam que o método IpC, quando combinado com o método EsM, potencializa o ganho de aprendizagem dos estudantes (CROUCH; MAZUR, 2001). Para Watkins e Mazur (2010), o método IpC oportuniza aos alunos a discussão de conceitos físicos, possibilitando que aprendam uns com os outros e se desenvolvam. Segundo Mazur (2015), essas discussões demonstram ser bastante eficazes. Porém, para que essa metodologia tenha um resultado mais significativo, os alunos precisam de conhecimentos prévios sobre o conteúdo a ser trabalhado em sala de aula e nesse sentido EsM torna-se um grande aliado. O EsM permite que o professor obtenha informações antes de ir para a sala de aula, possibilitando que este adapte as suas atividades com o objetivo de obter melhores resultados.

6. A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE AUSUBEL E O MÉTODO EsM

Ausubel buscou sistematizar, alicerçado em sua experiência pessoal e profissional, os princípios que permitem atribuir significados à realidade em que o estudante se encontra (MASINI, 2012).

Ele formulou a chamada Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS). Em sua teoria, a aprendizagem somente pode ser considerada significativa a partir do momento em que o estudante consegue ancorar novos conhecimentos aos conhecimentos pré-existentes, aos quais Ausubel denomina de *subsunçor*⁷. Um *subsunçor* é “uma ideia mais ampla já existente na estrutura cognitiva e que dá à possibilidade de assimilação de novos conceitos” (BARROQUEIRO; AMARAL, 2012, p. 4).

Uma estratégia pedagógica facilitadora da aprendizagem significativa, sugerida por Ausubel, é a utilização dos organizadores prévios. Tais organizadores são utilizados quando inexistem subsunçores ou quando apesar de existirem, não há relação desses com os novos conhecimentos. Os organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si, e, os materiais devem ser potencialmente significativos. Um material potencialmente significativo é aquele que é relacionável a estrutura cognitiva do aprendiz de forma não arbitrária (MOREIRA, 1999).

Para que o aluno desempenhe um papel de protagonista, o professor deve se adequar a realidade, as características e habilidades de seus estudantes. Nesse sentido, o método EsM permite a verificação dos conhecimentos prévios, das dúvidas e das dificuldades dos estudantes, possibilitando ao professor um encaminhamento adequado de suas aulas, destacando, assim, o princípio educativo mais importante, segundo Ausubel. Nas palavras do autor “Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator singular que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra isso e ensine-o de acordo” (VYGOTSKY, 1984, p. 163).

⁷ Do inglês *subsumir*, que significa subordinador, em uma tradução literal.

7. A TEORIA SOCIOINTERACIONISTA DE VYGOTSKY E O MÉTODO IpC

Para Vygotsky, o processo histórico-social e a linguagem desempenham papéis fundamentais no desenvolvimento do indivíduo. Em sua Teoria Sociointeracionista (TS), a aprendizagem se deve a fatores internos do sujeito, das relações sociais e dos processos de mediação. O processo de aprendizagem é contínuo e a educação é caracterizada por avanços qualitativos de um nível de aprendizagem (Zona de Desenvolvimento Real – ZDR) a outro (Zona de Desenvolvimento Potencial – ZDP), distanciados pelo que Vygotsky denominou de Zona de Desenvolvimento Proximal Iminente – ZDI. Vygotsky afirma que a ZDI nada mais é que:

[...] a distância entre o nível atual de desenvolvimento, determinado pela capacidade de resolver independentemente um problema, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da resolução de um problema, sob a orientação de um adulto, ou de um companheiro mais capaz (VYGOTSKY, 1984, p. 35).

A ZDR diz respeito aos conhecimentos já adquiridos e consolidados pelo indivíduo. São capacidades que permitem a realização de atividades sem o auxílio de outro indivíduo. Por outro lado, a Zona de Desenvolvimento Potencial, refere-se às tarefas e atividades que são realizadas por imitação ou com o auxílio de um professor (ou outro mediador).

Na concepção sociointeracionista, o professor tem seu papel alterado, deixando de apenas transmitir o conhecimento e passando a gerenciar o entendimento. O professor deve elaborar estratégias pedagógicas para que o estudante consiga superar a ZDP e possa evoluir em seu aprendizado. O aluno deve ser preparado para a interação e o diálogo, deixando de ser um receptor passivo, assumindo o papel de protagonista e de socializador de conhecimento.

Essa é a concepção fundamental do método IpC, ou seja, promover a interação entre os estudantes, possibilitando que aqueles indivíduos com conhecimento superior auxiliem aqueles que possuem menor compreensão.

8. O USO DAS TDIC

Em seu relatório, elaborado em 1998, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (DELORS, 1998) recomenda que a educação seja organizada em torno de quatro pilares (BARANAUSKAS *et al.* 2013), sendo estes:

[...] aprender a conhecer, isto é adquirir os instrumentos da compreensão; aprender a fazer, para poder agir sobre o meio envolvente; aprender a viver juntos, a fim de participar e cooperar com os outros em todas as atividades humanas; finalmente aprender a ser, via essencial que integra as três precedentes (BARANAUSKAS *et al.* 2013, p. 90).

Nesse relatório, o uso das novas tecnologias é proposto para o desenvolvimento da colaboração entre quem ensina e quem aprende (BARANAUSKAS *et al.* 2013). Alguns pesquisadores utilizam o termo Novas Tecnologias para se referir às tecnologias digitais [18] ou Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) (KENSKI, 2003). Vários são os motivos da inserção de tecnologias no ensino, como aponta Silva e Rizzi (2013):

Dentre as muitas razões da inserção das tecnologias no processo ensino e aprendizagem destacam-se; tornar a aula mais atrativa, interação e trabalho colaborativo. Estas ferramentas estimulam novas experiências e favorecem a construção da aprendizagem colaborativa (SILVA; RIZZI, 2013, p.9).

O uso das TDIC permite que os alunos possam participar de forma mais ativa e efetiva, tornado assim o processo de ensino-aprendizagem mais atrativo. Porém, o ensino brasileiro enfrenta dificuldades pela falta de laboratórios didáticos e pela metodologia do professor em sala de aula (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003).

9. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho, uma pesquisa foi realizada com 12 (doze) alunos do Ensino Médio (EM) de uma turma da Educação de Jovens e Adultos (EJA), pertencentes a uma Ação Pedagógica Descentralizada (APED) que funcionou em uma escola de Guarapuava, PR, sob o foco das potencialidades do processo de Ensino, combinando as metodologias EsM e

IpC, mediadas pelas TDIC, no ensino do Modelo Padrão da Física de Partículas. Para atingir esse objetivo, uma sequência didática, envolvendo as duas metodologias citadas, mediadas pelo uso das TDIC foi desenvolvida. O material e os métodos de ensino adotados foram subsidiados pelos aportes teóricos fornecidos pela Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e pela Teoria Sociointeracionista de Vygotsky.

Como instrumentos de coleta de dados utilizaram-se gravações de áudios e imagens (*screenshots*⁸) da tela do *smartphone* do professor-pesquisador. Criou-se um grupo no aplicativo multiplataforma de mensagens instantâneas *WhatsApp Messenger* e realizada a instalação do aplicativo QR Barcode scanner, um aplicativo para a leitura de códigos QR, nos celulares dos estudantes.

Uma pasta virtual foi criada, utilizando-se o serviço *Google Drive*, na qual foi disponibilizado o TA. O material do TA apresentava uma breve discussão sobre o Modelo Padrão e suas limitações, sobre os quarks, sobre os léptons e sobre os as partículas intermediadoras, além de recomendar sete vídeos (disponíveis na internet). O primeiro vídeo, intitulado *Prótons, nêutrons e quarks*, apresenta os componentes do átomo, o segundo *Partículas Fundamentais: O Fóton*, o terceiro *Partículas Fundamentais: O Glúon*, o quarto *Partículas Fundamentais: Os Bósons* e o quinto *Partículas Fundamentais: O Gravitão*.

Cada vídeo apresentava uma descrição das referidas partículas intermediadoras. O sexto vídeo, intitulado *Padrão da Física de Partículas*, apresentava uma abordagem resumida ao Modelo Padrão da Física de Partículas. Por fim, o último vídeo, intitulado *O Bóson de Higgs Explicando*, apresentava o papel do bóson de Higgs no Modelo Padrão. A proposição dessa partícula foi feita em 1964, pelo físico britânico Peter Higgs, e, a suposta confirmação de sua existência em 2012.

A TL foi disponibilizada por meio da ferramenta *Google Forms* e continha questões referentes aos textos, vídeos e aos materiais encaminhados. As questões referentes aos materiais encaminhados permitiram conhecer as dificuldades dos alunos em relação aos textos, vídeos e simulações⁹ disponibilizados, assim como o assunto que gostariam que fosse revisto em sala de aula.

8 Palavra da língua inglesa que significa “captura de tela” ou “captura de ecrã”, na tradução para a língua portuguesa.

9 As simulações computacionais utilizadas são do software de simulações PhET (sigla em inglês para Tecnologia Educacional em Física).

O TA e a TL também foram disponibilizadas de forma impressa. Os alunos tiveram disponíveis dois dias¹⁰ para a realização das atividades, podendo encaminhá-las para o professor-pesquisador, por meio de mensagem (via *WhatsApp*), via *Google Forms* ou *e-mail*.

Os TC conceituais continham três questões para cada conceito, podendo o professor optar por aplicar, para um mesmo conceito, uma delas ou mais de uma, quando considerar necessário. As correções das TL, assim como a aplicação dos TC, foram projetadas utilizando-se um notebook e um projetor multimídia.

Como meio de votação para os TC, optou-se pelo aplicativo *Plickers*. Este aplicativo permite escanear cartões (*cards*¹¹) com as respostas e obter, em tempo real, a porcentagem de acertos, criando gráficos e dados. Cada cartão possui quatro posições (A, B, C e D) e conforme a orientação, tem-se a resposta para cada um dos alunos, conforme a Figura 4 a) e b).

Figura 4. a) Leitura das respostas por meio do aplicativo *Plickers* e b) Votação por meio de cartões (*cards*).



Fonte: Autores (2018).

As aulas foram organizadas de acordo com os 3 Momentos Pedagógicos (MPs) de Angotti e Delizoicov (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990) que são: a Problematização Inicial (PrI), a Organização do Conhecimento (OC) e a Aplicação do Conhecimento (AC).

¹⁰ As aulas aconteciam nas terças e quintas-feiras.

¹¹ Os cartões podem ser obtidos no site do aplicativo: <https://www.plickers.com>

Em relação ao desenvolvimento da Sequência Didática, o Quadro 2 apresenta as etapas/atividades de acordo com cada aula.

Quadro 2. Etapas/atividades e situação correspondente das aulas 1 e 2.

Tema	Problematização Inicial (PrI):	Objetivo	Aula	Organização do Conhecimento (OC):	Aplicação do Conhecimento (AC):
O Modelo Padrão da Física de Partículas	Existe ordem nesse “caos” de partículas?	Compreender a classificação das partículas elementares. Apresentar o Modelo Padrão, seu alcance e suas limitações.	1	Correção e discussão da TL.	Resolução do TC.
			2	Compreender o funcionamento dos aceleradores de partículas. Compreender o alcance e as limitações do Modelo Padrão da Física de Partículas. Descrever a importância e a principal atribuição do bóson de Higgs.	

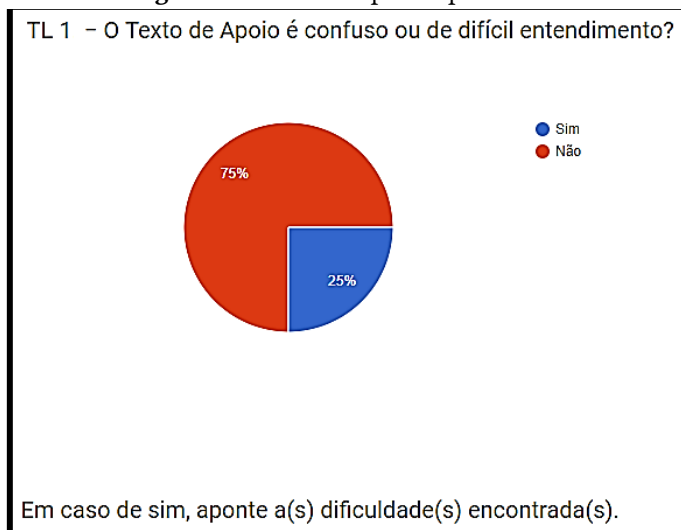
Fonte: Autores (2018).

10. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Verificou-se nas discussões na sala de aula que a maioria disse não ter tido muito tempo para realizar as atividades. Deve-se levar em consideração que a maioria dos estudantes dessa modalidade de ensino trabalha e possui filhos.

A Figura 5 apresenta a taxa de respostas para a TL. É possível observar que maioria (75%) não considerou o texto confuso ou de difícil entendimento.

Figura 5. Taxa de respostas para a TL.



Fonte: Autores (2018).

No “item a” da TL 2 (Figura 6), era preciso discursar sobre o conceito de partículas intermediadoras de forças.

Figura 6. A TL 2a.

TL 2

Assista aos vídeos, intitulados **Partículas Fundamentais: O Fóton**; **Partículas Fundamentais: O Glúon**; **Partículas Fundamentais: Os Bósons** e **Partículas Fundamentais: O Gravitão**. Responda:

a) O que são partículas intermediadoras?

Fonte: Autores (2018).

Muitos alunos cometeram equívocos, como pode ser visto a seguir, em algumas respostas.

Aluno 5: São partículas que ligam outras partículas

Aluno 3: São partículas mediadoras. Não tem massa e ligam uma partícula a outra.

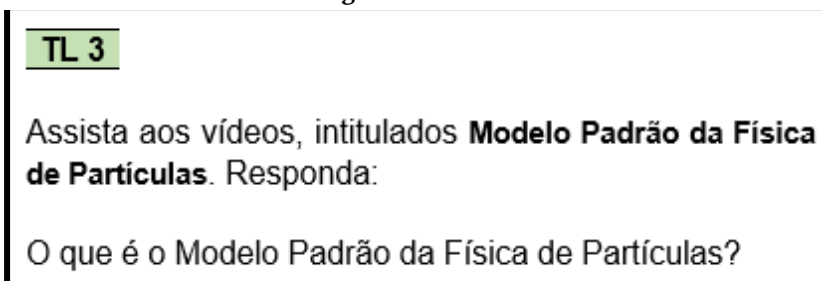
O aluno 5 demonstra não ter entendido a questão, conforme pode ser verificado em sua resposta.

Aluno 5: O fóton, o glúon, os bósons e o gráviton

As respostas indicam que este conceito não foi bem assimilado, evidenciando que não houve uma aprendizagem significativa (BARROQUEIRO; AMARAL, 2012). A TL revelou que houve dificuldades em relação ao entendimento sobre as partículas intermediadoras de forças. As mesmas dificuldades foram evidenciadas por Alves *et al.* (2020), e, conforme citado anteriormente, muitos conceitos da FMC são de difícil assimilação pelos estudantes.

Portanto, foi necessária uma atenção maior por parte professor-pesquisador para que as dúvidas fossem sanadas. Para a TL 3 (Figura 7), era preciso discursar sobre o Modelo Padrão.

Figura 7. A TL 3.



Fonte: Autores (2018).

Houve apenas uma resposta equivocada para essa TL. Para a TL 4 (Figura 8), o bóson de Higgs foi explorado.

Figura 8. A TL 4.

TL 4

Assista aos vídeos, intitulados **O Bóson de Higgs Explicando**. Responda:

O que é o Bóson de Higgs e qual a sua importância para a Física de Partículas?

Fonte: Autores (2018).

Para essa TL, as respostas foram corretas, conforme indica a resposta da aluna 6:

Aluna 6: É uma partícula responsável por dar massa as outras partículas.

Após a discussão da TL, dos esclarecimentos das dúvidas e de uma retomada dos conceitos, seguiu-se para a aplicação dos TC. O primeiro teste conceitual (TC 1) versou sobre o modelo padrão (Figura 9).

Figura 9. O TC 1.

TC 1

O que é o Modelo Padrão da física de partículas?

(A) É uma teoria que todos devem seguir para poder estudar Física.
(B) É um modelo atômico.
(C) É uma teoria que descreve as forças fundamentais, assim como as partículas fundamentais que constituem toda a matéria.
(D) É uma teoria que foi utilizada na Grécia Antiga para descrever a matéria.

Fonte: Autores (2018).

A alternativa correta a está questão é a letra “C”. Na primeira votação, os alunos pensaram individualmente para dar as respostas. Devido ao fato de a taxa de acertos ter sido de 60%, os alunos foram divididos em grupos de 4 (quatro) e uma segunda votação foi realizada, oportunizando a discussão entre eles. A segunda votação teve 90% de acerto. O segundo teste conceitual (TC 2), abordou o bóson de Higgs (Figura 10).

Figura 10. O TC 2.

TC 2

O que é o bóson de Higgs?

(A) Uma antipartícula subatômica.
 (B) Uma partícula que se localiza no interior do átomo.
 (C) Uma partícula subatômica responsável por “dar massa” às demais.
 (D) A antipartícula do elétron.

Fonte: Autores (2018).

A alternativa correta a está questão é a letra “C”. Em uma primeira votação, houve 60% acerto e em uma segunda votação (em grupo de 4 alunos), 90%. As taxas de acerto nas votações estão listadas na Tabela 1.

Tabela 1: Percentuais de acerto nas votações do TC.

Teste Conceitual	1ª Votação	2ª Votação
TC 1	60%	90%
TC 2	60%	90%

Fonte: Autores (2018).

Uma das causas do aumento no número de acertos pode ser explicada pela Teoria Sociointeracionista de Vygotsky, ideia central do método IpC, que defende as interações sociais como fundamentais para o desenvolvimento intelectual do indivíduo e outra advém do fato de a transmissão de conhecimentos entre eles ser favorecida pela compreensão das dificuldades mútuas e pela linguagem utilizada entre eles (HENDERSON; DANCY, 2009).

Outra causa relacionada a esses resultados está na utilização da TAS de Ausubel, ideia central do método EsM, que possibilitou a verificação de conhecimentos preliminares dos estudantes e a maximização da eficácia das aulas (NOVAK; MIDDENDORF, 2004). O emprego de organizadores prévios e de materiais potencialmente significativos permitiram que informações novas se relacionassem com aspectos da estrutura de conhecimento pré-existent dos estudantes, melhorando os seus desempenhos.

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino de Física nas escolas brasileiras, em sua maioria, ainda segue as práticas tradicionais esteadas em aulas expositivas e o ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC) no EM, em específico, ainda é um grande desafio.

Os resultados apresentaram-se satisfatórios e demonstraram que a aprendizagem dos conteúdos e a mediação dos processos de ensino-aprendizagem foram facilitadas por meio da utilização da sequência didática.

Os depoimentos revelaram que o EsM contribuiu para um aspecto importante no ensino, o estudo extraclasse. Tendo em vista que o tempo de dedicação dos alunos para estudos em casa ainda é muito baixo, pois a maioria dos alunos trabalha, tem família e responsabilidades domésticas. Uma das formas de facilitar o estudo extraclasse, permitindo uma independência do aluno na hora de estudar, é a utilização das TDIC. Por isso, os vídeos e simulações foram indicados para facilitar a compreensão dos conceitos estudados.

A utilização de ferramentas digitais permitiu a organização, o acesso e o compartilhamento dos materiais utilizados de forma muito prática, uma comunicação rápida e dinâmica, entre os alunos e o professor-pesquisador, proporcionando uma maior integração ao criar um cenário adequado a mediação do conhecimento. Porém, algumas dificuldades surgiram, em relação a utilização, pelos alunos, do *smartphone* e dos materiais online. Inicialmente, parte dos alunos relatou não ter os conhecimentos necessários para utilizar as ferramentas digitais. Entretanto, ao final da aplicação, a maioria dos estudantes revelou sentir-se mais à vontade com a utilização do celular e das ferramentas digitais, demonstrando terem tido uma evolução nesse quesito.

Durante a aplicação do IpC, os alunos apresentaram-se motivados e curiosos para realizarem os TC, principalmente pela forma diferenciada que o *Plickers* proporcionou. Os resultados verificados nos TC apontaram um aumento significativo no número de acertos ao utilizar a votação em grupos, indicando uma melhora no entendimento do conteúdo e motivação coletiva da sala.

Com isso, esta pesquisa demonstra contribuições importantes para ao ensino de Modelo Padrão da Física de Partículas, um tema tão pouco trabalhado no EM, e, que pode servir de apoio a outros professores que tenham como objetivo, ensinar, de forma atrativa e dinâmica, conteúdos de Física Moderna.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, M. C. B. **O discreto charme das partículas elementares**. São Paulo: Unesp, 2006, 342 p.
- ALVES, M.F.S.; ANDERSON, P. R.; STOFFES JR., M. J.; STEIN, C. R.; SILVA, A. R. O. Proposta de modelos para o ensino de física de partículas elementares na educação básica. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 43242-43257, 2020.
- ARAUJO, A. V. R. de; SILVA, E. S.; JESUS, V. L. B. de; OLIVEIRA, A. L. de. Uma associação do método *Peer Instruction* com circuitos elétricos em contextos de aprendizagem ativa. **Rev. Bras. Ens. Fís.**, v. 39, n. 2, p. 1-6, 2017.
- ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida: Uma proposta para engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.
- BARANAUSKAS, M. CECILIA C.; VALENTE, J. A. NIED 30 anos. **Tecnologias, Sociedade e Conhecimento**, v. 1, n. 1, p. 1-5, 2013. Disponível em: <https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/tsc/article/view/14436>. Acesso em: 17 out. 2021.
- BARROQUEIRO, C. H.; AMARAL, L. H. O uso das Tecnologias da Informação e da Comunicação no processo de ensino-aprendizagem dos alunos nativos digitais nas aulas de Física e Matemática do ensino médio integrado do IFSP. REI. **Revista de Educação do IDEAU**, v. 7, p. 1-20, 2012.

CROUCH, C.H.; MAZUR, E. Peer Instruction: ten years of experience and results. **American Journal of Physics**, College Park, v. 69, n. 9, p. 970-977, 2001.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990.

DELORS, J. **Educação: um tesouro a descobrir: relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI**. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 1998.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p. 259-272, 2003.

HENDERSON, C.; DANCY, M. Impact of physics education research on the teaching of introductory quantitative physics in the United States. **Physical Review Special Topics -Physics Education Research**, v. 5, n. 2, p. 1-5, 2009.

KENSKI, V. M. Aprendizagem mediada pela tecnologia. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 4, n.10, p.47-56, 2003.

LOVATI, F. **Para onde vai a física de partículas?** 2016. Disponível em: <<http://cienciahoje.org.br>>. Acesso em: 03 jan. 2019.

MASINI, E.F.S. O Perceber: fenomenologia como caminho. *In*: MASINI, E.F.S. et. al. **Perceber, Raiz do Conhecimento**. São Paulo: Vetor, 2012.

MAZUR, E. **Peer Instruction: A Revolução da Aprendizagem Ativa**. Porto Alegre: Penso, 2015.

MIRANDA, O. D. **Estrelas estranhas no Universo**. 2015. Disponível em: <http://www.canalciencia.ibict.br/pesquisa/0280_Estrelas_Estranhas_no_u_niverso.html>. Acesso em: 20 ago. 2017.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999. 134 p.

MOREIRA, M. A. O Modelo Padrão da Física de Partículas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 1-11, 2009.

MÜLLER, M. G.; BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Implementação do método de ensino Peer Instruction com o auxílio dos computadores do projeto UCA em aulas de Física do Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, p. 491-524, 2012.

NOVAK, G. M.; MIDDENDORF, J. *“Just-in-Time Teaching: 21st Century Pedagogies”*. What Works, What Matters, What Lasts, v.4, 2004.

NOVAK, G. M.; PATTERSON, E. T.; GAVRIN, A. D.; CHRISTIAN, W. Just in Time Teaching. **American Journal of Physics**. v. 67, n. 10, p. 937. 1999.

OLIVEIRA, V; ARAUJO, I, S; VEIT, E. A. Relato de experiência com os métodos Ensino sob Medida (Just-in-Time Teaching) e Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no nível médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 32, n. 1, p. 180-206, 2015.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p.23-48, 2000.

PIMENTA, J. J. M.; BELUSSI, L. F. B.; NATTI, E. R. T.; NATTI, P. L. O bóson de Higgs. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, p. 1-14, 2013.

SILVA, A. I.; RIZZI, R. L. O uso pedagógico das TDIC no processo de ensino e aprendizagem: caminhos, limites e possibilidades. *In*: RIBEIRO, R. R. G.; WOLFF, J.; VOLPATO, J. C. (Org.). **O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense**: Produções Didático-pedagógicas, 1ª ed. Curitiba, v. II, p. 32-51, 2013.

VYGOTSKY, L. S. **A formação sócia da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984. 90 p.

WATKINS, J.; MAZUR, E. Just-in-Time Teaching and Peer Instruction. *In*: SIMKINS, S.; MAIER, M. (Eds.). **Just-In-Time Teaching**: Across the Disciplines, Across the Academy Just-In-Time Teaching. 1. ed. Sterling: Stylus Publishing, p. 39-62, 2010.

OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS NO ENSINO DE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

Danúbia Damiana Santos Bonfim
William Júnior do Nascimento

1. INTRODUÇÃO

Corriqueiramente a disciplina de Física estudada no Ensino Médio se apresenta rotulada como uma disciplina escolar difícil, complexa e, conseqüentemente, pouco atraente. Uma vez que seu ensino geralmente se restringe a mecanização e memorização de fórmulas matemáticas, raramente se preocupa em explicar o porquê de suas aplicações. Logo, as dificuldades dos estudantes frente à disciplina muitas vezes estão associadas à formalização matemática, mas também à interpretação e compreensão dos seus significados.

Um dos maiores desafios de um educador está em planejar uma aula que desperte a curiosidade do estudante sobre determinado tema, mas que ao mesmo tempo, articule os conhecimentos científicos necessários para sua aprendizagem. Neste sentido, ao pensar em práticas pedagógicas que contribuam efetivamente no processo de ensino e aprendizagem, optamos pela dinâmica didático-pedagógica conhecida como os Três Momentos Pedagógicos (3MP), fundamentada na perspectiva de uma abordagem temática (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002). Tal abordagem possibilita uma concepção curricular (DELIZOICOV, 2008) baseada em temas geradores, de acordo com a perspectiva freiriana de educação (FREIRE, 1975).

Estruturada em *problematização inicial*, *organização do conhecimento e aplicação do conhecimento*, os 3MP permitem a articulação entre os conhecimentos científicos e situações vivenciadas pelos estudantes, auxiliando na promoção da dialogicidade em sala de aula (BONFIM; NASCIMENTO, 2018).

Nesta perspectiva, a *problematização inicial* deve possuir uma relação significativa com os temas geradores, de modo que “as situações significativas devem ser obtidas mediante investigação temática (FREIRE, 1975), representando papel estruturador fundamental na implementação dos 3MP” (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014, p. 623). Ou seja, os temas geradores são obtidos mediante investigação temática, considerando questões que os estudantes conhecem ou presenciam em seu cotidiano, as

quais sintetizam contradições a serem compreendidas, estimulando os educandos a exporem suas concepções sobre as situações apresentadas.

Segundo Muenchen e Delizoicov (2014, p.620):

[...] a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão, e fazer com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014, p. 620).

A *organização do conhecimento*, por sua vez, caracteriza-se como “o momento em que sob a mediação do professor, os conhecimentos de Física necessários para a compreensão dos temas da *problematização inicial* são estudados” (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014, p. 620). De acordo com Muenchen (2010), é neste momento que as definições, conceitos, relações e leis serão aprofundados.

No entanto, Abreu, Ferreira e Freitas (2017) defendem que além das questões conceituais, as práticas procedimentais e atitudinais também devem ser consideradas, ou seja, se faz necessário não se limitar às questões conceituais, que instigam “o que se deve saber”, mas também fomentar “o que se deve fazer”, oportunizado por questões procedimentais e, principalmente, “como se deve ser” promovido por questões atitudinais (ZABALA, 1998).

Por fim, a *aplicação do conhecimento*:

[...] se destina a abordar sistematicamente o conhecimento incorporado pelo estudante, visando analisar e interpretar tanto as situações suscitadas na problematização inicial que, embora não estejam diretamente ligadas ao momento inicial, possam ser compreendidas pelo mesmo conhecimento (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014, p. 620).

Em outras palavras, “a *aplicação do conhecimento científico* deve ser usada na interpretação de fenômenos naturais, de fatos da vida e na capacidade de reflexão crítica frente a realidade contemporânea” (MUENCHEN, 2010, p. 128). Deste modo, o professor poderá contribuir para que o estudante relacione os conceitos estudados com outras questões que não foram levantadas e que sejam aplicáveis em situações reais (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo apresentar um relato de experiência e reflexões decorrentes ao desenvolvimento da abordagem dos 3MP no ensino de Física, mais precisamente relacionada à

Gravitação Universal, por meio de uma Sequência Didática (SD)¹ aplicada em uma turma de estudantes do 1º ano do Ensino Médio de um Colégio Estadual do Norte do Paraná.

A escolha por abordar sobre Gravitação Universal se justifica devido a reduzida carga horária destinada à disciplina de Física, de modo que temáticas relacionadas, geralmente, acabam perdendo espaço para outras consideradas “mais importantes” (PIRES; VEIT, 2006). Além disso, os conteúdos decorrentes desta temática são contemplados tanto nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2000) como nas Diretrizes Curriculares da Educação Básica de Física do Paraná (PARANÁ, 2008), além de ser almejado no atual documento da Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio (BRASIL, 2018) como um dos temas de estudo exigidos na área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias da Educação Básica, permitindo aos estudantes interpretarem sua própria realidade cotidiana.

2. PLANEJAMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

De acordo com Zabala (1998, p.18), sequências didáticas correspondem a “[...] um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. Nesse sentido, entende-se que uma SD se constitui por diversas atividades que visam aprofundar e encaminhar o tema trabalhado em sala de aula.

Estratégias como problematizações, aula dialogada, resolução de problemas, leituras, vídeos, experiências entre outros, podem ser utilizadas para facilitar a apropriação do tema pelos estudantes. Deste modo, “a identificação das fases de uma sequência didática, as atividades que a conformam e as relações que se estabelecem devem nos servir para compreender o valor educacional que têm” (ZABALA, 1998, p. 54). Nessa perspectiva, o Quadro 1 apresenta uma síntese das etapas e atividades sugeridas para a SD, organizada de acordo com os 3MP (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014), visando o ensino de Gravitação Universal na Educação Básica.

1 A referida Sequência Didática é fruto de um Produto Educacional produzido como requisito do Programa de Pós-Graduação em Ensino da Universidade Estadual do Norte do Paraná, *campus* de Cornélio Procópio/Paraná, disponível em: <<https://uenp.edu.br/ppgen-produtos-educacionais/898-ppgen-producoes-turma2>>.

Quadro 1. Síntese da sequência didática: Os Três Momentos Pedagógicos no ensino de Gravitação Universal

Momentos Pedagógicos	Duração	Tema	Atividades
<i>Problematização inicial</i>	2 aulas	Lançamento da Apollo 11 e Chegada do Homem à Lua	- Desenvolvimento de atividades introdutórias com o objetivo de identificar situações problemas decorrentes da percepção dos educandos (investigação temática), a partir das quais se faz a seleção dos conceitos a serem abordados posteriormente (redução temática).
<i>Organização do conhecimento</i>	4 aulas	Modelos cosmológicos	- Leitura e discussão de um texto organizado pelo professor referente às contribuições de Aristóteles, Ptolomeu, Copérnico e Bruno acerca dos modelos cosmológicos.
		Leis do Movimento Planetário	- Apresentação e discussão do vídeo “Galileu Galilei, o pai da ciência moderna” ² , que refere-se as contribuições de Galileu para a consolidação do heliocentrismo; - Leitura e discussão de um texto organizado pelo professor sobre as contribuições de Tycho Brahe e Kepler para o estabelecimento das Leis do Movimento Planetário; - Exibição e discussão do vídeo “Gravitação – parte 2” ³ , que detalha as três leis de Kepler; - Proposta de uma atividade contextualizada referente as Leis do Movimento Planetário.
		Lei da Gravitação Universal	- Apresentação e discussão do vídeo “Brian Cox visits the world's biggest vacuum chamber - Human Universe” ⁴ , que corresponde à uma experiência referente à ação da força gravitacional agindo sob uma bola de boliche e penas; - Proposta de uma atividade contextualizada referente a Lei da Gravitação Universal; - Apresentação do simulador Planeta Fácil ⁵ para observação do Sistema Solar.
<i>Aplicação do conhecimento</i>	2 aulas	Estrelas Além do Tempo	- Apresentação e discussão da reportagem “Estrelas além do tempo” ⁶ , que retrata a história real de três cientistas negras que contribuíram para que o homem chegasse à Lua; - Apresentação e discussão da reportagem “Chegada do homem à Lua não foi uma farsa” ⁷ , que apresenta evidências de que o homem realmente chegou à Lua; - Apresentação e discussão da reportagem produzida pelo Jornal O Globo em comemoração aos 50 anos da chegada do homem à Lua ⁸ . - Desenvolvimento de atividades com o propósito de verificar a apropriação do conhecimento científico e sua relação com situações reais.

Fonte: Autores (2021).

2 Disponível em: <<https://youtu.be/vKoHI92TLRY>>.

3 Disponível em: <<https://youtu.be/WDzu0b2-NcE>>.

4 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=E43-CfukEgs>>.

5 Disponível em: <<https://www.apollo11.com/ceu/>>

6 Disponível em: <<https://1drv.ms/v/s!A149YCgYceWFam-yUPzulboYMX8>>.

7 Disponível em: <<https://1drv.ms/v/s!A149YCgYceWFa443X8zXpeAGKDU>>.

8 Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=XW0KUX5Z04s>>.

Note que em todos os momentos pedagógicos propostos no Quadro 1 são sugeridos o uso de vídeos como meio de estimular a participação e a curiosidade dos estudantes pela temática proposta.

De acordo com Carneiro (1997):

As escolas devem incentivar que se use o vídeo como função expressiva dos alunos, complementando o processo ensino e aprendizagem da linguagem audiovisual e como exercício intelectual e de cidadania necessária em sociedade que fazem uso intensivo dos meios de comunicação, a fim de que sejam utilizados crítica e criativamente (CARNEIRO, 1997, p. 10).

Nesta perspectiva, “os educadores têm um papel fundamental, que é tornar o processo ensino-aprendizagem mais atrativo, instigante e eficaz, através de práticas inovadoras que proporcionem mais qualidade na educação e uma delas é o vídeo” (LIMA, 2010, p. 8). Como fundamentado por Moran (1995):

O vídeo ajuda a um professor, atrai os alunos, mas não modifica substancialmente a relação pedagógica. Aproxima a sala de aula do cotidiano, das linguagens de aprendizagem e comunicação da sociedade urbana, e também introduz novas questões no processo educacional. (MORAN, 1995, p. 27)

Assim, com base nas propostas pedagógicas de Moran (1995) sobre a uso adequado de vídeos em sala de aula, agregamos na produção da SD os seguintes tipos de vídeos:

Vídeo como sensibilização: são aqueles vídeos utilizados para introduzir um conteúdo, estimulando a curiosidade do estudante pelo assunto;

Vídeos como simulação: são vídeos que apresentam experiências que seriam perigosas ou difíceis de serem realizadas em laboratórios e/ou salas de aula;

Vídeos de conteúdo de ensino: são aqueles vídeos que permitem a apresentação de um assunto de forma direta ou indireta. Ou seja, podem divulgar somente a abordagem de um tema específico, ou viabilizar uma articulação com outros temas;

Vídeo como integração/suporte de outras mídias: são vídeos que se apropriam de outras mídias, como filmes, documentários, programas ou reportagens de televisão etc. (MORAN, 1995, p. 3031).

Como vídeos de conteúdo de ensino, foi proposto para o segundo momento pedagógico o vídeo “Galileu Galilei, o pai da ciência moderna”, que faz uma ressalva sobre o modelo cosmológico de Aristóteles e

Copérnico, os quais correspondem ao Geocentrismo e Heliocentrismo, respectivamente, mas sobretudo, abordando as contribuições de Galileu Galilei para consolidação do modelo heliocêntrico. Por outro lado, o vídeo “Gravitação – parte 2” detalha especificadamente as três leis de Kepler.

Ainda no segundo momento pedagógico, mas na perspectiva de simulação e de integração/suporte de outras mídias, foi sugerido o vídeo intitulado “*Brian Cox visits the world's biggest vacuum chamber*” da série *Human Universe*, programa da *British Broadcasting Corporation* – BBC, Rede de Rádio e Televisão do Reino Unido. O vídeo em questão mostra uma experiência referente a ação da força gravitacional agindo em uma bola de boliche e em um conjunto de penas na maior câmara de vácuo do mundo, denominada *Facility Space Power*, localizada em Ohio nos Estados Unidos, destinada para testes e experiências da NASA. Logo, possibilita aos estudantes observarem uma experiência que seria praticamente impossível de ser realizada em sala de aula.

Durante o terceiro momento pedagógico, duas reportagens do programa Fantástico, da Rede Globo, foram sugeridas como vídeos de integração/suporte de outras mídias. A primeira reportagem referente ao filme “Estrelas além do tempo” de 2016, aborda sobre a história real de três cientistas negras que contribuíram para que o homem chegasse à Lua, possibilitando que os estudantes percebessem que além das contribuições de todos os cientistas anteriormente estudados durante a SD, os cálculos de lançamento e pouso de cápsulas espaciais desenvolvidos por uma dessas cientistas contribuiriam para que em 1961, fosse estabelecida a trajetória para a viagem do segundo homem ao espaço e, posteriormente, em 1969, o sucesso da missão Apollo 11.

A segunda reportagem, com o vídeo intitulado “Chegada do homem à Lua não foi uma farsa”, evidencia provas de que o homem realmente chegou à Lua, desmentindo conspirações sobre o fato. Além de oportunizar discussões, o vídeo oportuniza reforçar os conceitos aprendidos durante as aulas sobre os comportamentos dos corpos celestes. Logo, de forma dialógica o professor pode instigar os estudantes a citarem as contribuições da aplicação da Lei da Gravitação Universal para a sociedade e de que forma essas contribuições refletem no nosso cotidiano. Além disso, vale ressaltar que os vídeos sugeridos se encontram disponíveis na plataforma de compartilhamento de vídeos do *YouTube*, o que evidencia o potencial da plataforma no contexto educacional.

Ainda no terceiro momento pedagógico, como vídeos de sensibilização, bem como de integração/suporte de outras mídias, sugere-se

a exibição do lançamento da Apollo 11 à Lua, no ano de 1969, mediante reportagem produzida pelo Jornal O Globo em comemoração aos 50 anos da chegada do homem à Lua. O vídeo tem por finalidade possibilitar que sejam exploradas questões que estimulem os estudantes na busca por respostas relacionadas às situações apresentadas, as quais envolvem o conhecimento científico necessário para o sucesso da missão.

Para a elaboração dos textos e atividades propostas na SD, tomou-se como base produções científicas publicadas na área de ensino sobre a temática, bem como estratégias de ensino propostas nos livros didáticos de Física, indo ao encontro da análise realizada por Bonfim e Nascimento (2019).

A análise do conjunto das atividades desenvolvidas teve como propósito promover a reflexão quanto ao potencial da utilização dos 3MP no ensino de Gravitação Universal. A metodologia empregada caracterizou-se numa pesquisa qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994), apropriando-se do método de observação sistemática, na qual um dos pesquisadores atuou como professor.

Segundo Lakatos e Marconi (2003, p. 193), “na observação sistemática, o observador sabe o que procura e o que carece de importância em determinada situação”. Logo, permite que o observador chegue mais perto da “perspectiva dos sujeitos” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986). Assim, “na medida em que o observador acompanha *in loco* as experiências diárias dos sujeitos, pode tentar apreender a sua visão de mundo, isto é, o significado que eles atribuem à realidade que os cerca e às suas próprias ações” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 26). Diante do exposto, apresenta-se a seguir a análise e discussão decorrente da aplicação da sequência didática proposta neste trabalho.

3. APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA: ANÁLISE E DISCUSSÃO

Tendo como tema norteador o lançamento da Apollo 11 à Lua no ano de 1969, durante a *problematização inicial* emergiram questões nas quais os alunos expuseram suas concepções prévias (impregnadas pelo senso comum), de modo que fossem desafiados a buscarem respostas mais próximas de uma concepção crítica de Ciência (MARENGÃO, 2002). Como exemplo de questões exploradas, destaca-se: “Como é possível o lançamento de foguetes?”; “Por que os astronautas aparentam estar mais leves na superfície da Lua?”; “Por que os objetos caem no chão?”; “O que mantém a

Lua orbitando ao redor da Terra?”. Note que tais questionamentos possibilitam ao professor mediar as discussões e argumentos dos estudantes, lançando dúvidas sobre o tema e instigando a curiosidade epistêmica dos estudantes⁹.

Considerando as questões que emergiram inicialmente e as concepções prévias dos estudantes, somadas a curiosidade na busca por novos conhecimentos, o professor deve partir para o desenvolvimento do segundo momento pedagógico (ABREU; FERREIA; FREITAS, 2017), proporcionando a sistematização do conhecimento através de ações que levem os estudantes à apropriação do conhecimento necessário para a compreensão do tema problematizado (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2012).

Para tanto, apropriando-se da História da Ciência, sugeriu-se que os estudantes, divididos em grupos, realizassem a leitura e discussão de um texto organizado pelo professor sobre os modelos cosmológicos, comparando as ideias de Aristóteles, Ptolomeu, Copérnico e Bruno, apontando as semelhanças e diferenças entre suas concepções acerca dos modelos cosmológicos. Nesta perspectiva, a História da Ciência apresenta-se como um recurso importante para o ensino de Física, pois:

(1) Motiva e atrai os alunos; (2) humaniza a matéria; (3) promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; (4) há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência – a revolução científica, o darwinismo, etc.; (5) demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que (6) se opõem a ideologia científica; e, finalmente, (7) a história permite uma compreensão mais profícua do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente (MATTHEWS, 1995, p. 172-173).

Por meio das discussões em grupos, percebeu-se a dificuldade dos estudantes na leitura e interpretação do texto, se fazendo necessário a mediação do professor para um melhor encaminhamento da atividade.

Posteriormente, no momento de apresentação das constatações de cada grupo, apesar de alguns estudantes demonstrarem maior facilidade de comunicação, outros se mostraram mais receosos, sendo necessário, novamente, a mediação do professor quanto aos argumentos apresentados, além de intervir suscitando os estudantes a refletirem sobre o porquê de a teoria geocêntrica ter resistido por tanto séculos.

⁹ Segundo Freire (1996), a curiosidade pode ser espontânea ou epistemológica, de modo que a curiosidade espontânea está associada ao saber do senso comum, enquanto a epistemológica ocorre quando a curiosidade natural do estudante, ou seja, a espontânea passa a ser mais rigorosa.

Para tal, os estudantes foram conduzidos e orientados a argumentar sobre as explicações apresentadas no texto, que defendia a Terra fixa no centro do Universo. Pelos comentários proporcionados, percebeu-se que alguns estudantes corroboravam com as explicações propostas por Aristóteles, as quais faziam sentido à época.

Tais resultados se justificam, pois de acordo com Ben-Dov (1996), Aristóteles ficou conhecido como um filósofo do senso comum, tendo em vista que seu método de análise era qualitativo, de modo que “sua teoria explicava de maneira extremamente direta os fenômenos que todos podiam observar” (BEN-DOV, 1996, p. 15).

De acordo com Mosley e Lynch (2011):

Se a terra se movia pelo espaço, por que um objeto jogado para cima ou disparado como uma fecha caía em linha reta, em vez de parar longe do ponto de lançamento? Por que não sentíamos um forte vento ou pelo menos uma brisa, como num navio que se move pelo mar? [...] o bom senso dizia a todos que Aristóteles estava certo (MOSLEY; LYNCH, 2011, p. 22).

Por meio da utilização do vídeo “Galileu Galilei, o pai da ciência moderna”, os estudantes puderam observar que o fato de Galileu ter apontado um telescópio para o céu, marcaria a história da Ciência, desencadeando questionamentos sobre a veracidade do modelo geocêntrico, pois, com sua observação, Galileu constatou que havia Luas orbitando Júpiter, o que o levou a concluir que nem tudo no Universo girava ao redor da Terra.

Na sequência, a utilização do texto referente às contribuições de Tycho Brahe e Kepler, somado a apresentação do vídeo “Gravitação – parte 2”, evidenciou as contribuições para o desenvolvimento das leis empíricas do movimento planetário.

Utilizando-se de questões contextualizadas referentes às leis do movimento planetário, o professor pôde, de forma dialogada, discutir com os estudantes as características das Leis de Kepler, oportunizando questionamentos e esclarecimento de dúvidas.

No que se refere à terceira lei de Kepler por exemplo, denominada Lei dos Períodos, o professor evidenciou que a constante k , da relação $T^2=k \cdot R^3$, onde T corresponde ao período de revolução e R ao raio orbital médio, depende da massa do corpo que está no centro de determinada órbita

planetária¹⁰. Logo, possui aproximadamente o mesmo valor para todos os planetas que orbitam ao redor do Sol. Além disso, o professor evidenciou que essas leis podem ser aplicadas para descrever por exemplo, o movimento de satélites e cometas. Logo, as contribuições de Kepler abriram caminho para que as causas desses movimentos fossem explicadas, mediante formulação da Lei da Gravitação Universal por Isaac Newton.

Ainda no segundo momento pedagógico, antes de apresentar a Lei de Gravitação Universal, os estudantes foram convidados a assistir o vídeo intitulado “*Brian Cox visits the world's biggest vacuum chamber*” da série *Human Universe*, o qual apresenta uma experiência referente à ação da força gravitacional agindo numa bola de boliche e em penas em uma câmara de vácuo.

Inicialmente, no vídeo, soltou-se a bola e as penas de uma certa altura, com a câmara de vácuo aberta, ou seja, com presença de ar. Questionados se a bola de boliche ou as penas chegariam primeiro no solo, os alunos afirmaram que a bola chegaria primeiro, “*por ser mais “pesada” que as penas*”. Tal concepção vai ao encontro dos resultados apresentados por Hülsendeger (2004) com alunos da 2^o série do Ensino Médio, sobre a queda de corpos e as ideias defendidas por Aristóteles sobre esse mesmo assunto.

Na sequência, o vídeo apresenta novamente a queda da bola de boliche e das penas, contudo, com a câmara de vácuo em funcionamento, ou seja, sem a presença de ar. Novamente questionados sobre quem chegará primeiro ao solo, os estudantes dividiram opiniões. Alguns asseguram que, novamente, a bola chegaria mais rápido ao chão. Houve quem não soubesse expressar seu ponto de vista e, por outro lado, houve quem afirmasse que os dois chegariam juntos. Contudo, sem saber argumentar o porquê.

O fato de o vídeo demonstrar que objetos de massas diferentes, abandonados simultaneamente na ausência de ar, chegam juntos ao solo, possibilitou ao professor instigar os estudantes a refletirem sobre o observado e explicarem a queda de objetos distintos com a mesma velocidade. O professor encaminhou a sistematização de conhecimentos, esclarecendo que a Lei da Gravitação Universal, elaborada por Isaac Newton no século XVII, contribuiria para que fossem construídas explicações para situações como as apresentadas no experimento exibido no vídeo.

De acordo com o exposto por Isaac Newton em seu livro intitulado “*Philosophiae naturalis principia mathematica*”, existe uma força de atração

¹⁰ A relação apresentada para a terceira lei de Kepler também é válida para órbitas elípticas, desde que R seja substituído por a , o semieixo maior da elipse.

entre os corpos, relacionada com as massas desses corpos. Logo, essa força de atração, denominada força gravitacional, é a responsável pela atração mútua de dois corpos dotados de massa. Assim, essa força de atração, além de explicar a queda dos corpos, seria responsável em manter, por exemplo, a Lua orbitando ao redor da Terra e os planetas orbitando ao redor do Sol, como evidenciado ao abordar as Leis do Movimento Planetário. Dessa forma, quando não há resistência do ar, a bola de boliche e o conjunto de penas apresentadas no vídeo caem simultaneamente com mesma aceleração, independentemente de suas massas ou formatos.

Para evidenciar este conceito, se faz necessário considerar o formalismo matemático presente na Lei de Gravitação Universal, a qual diz que dois corpos que possuem massa se atraem mutuamente, e que a intensidade da força de atração entre eles (F) é diretamente proporcional às massas desses corpos e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles, ou seja, $F=G \cdot (M \cdot m)/d^2$, em que M e m são as massas dos corpos, d é distância entre o centro dos corpos, e G é a constante gravitacional, cujo valor equivale à aproximadamente $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$.

Para finalizar o segundo momento pedagógico, de *organização do conhecimento*, o professor apresentou por meio do projetor multimídia, o simulador *Planeta Fácil*, disponível na internet, que permite aos usuários encontrar os planetas, sem que sejam necessários conhecimentos avançados de astronomia. Esse simulador, contribuiu para que os estudantes pudessem dialogar a respeito dos planetas que fazem parte do Sistema Solar. Além disso, evidenciou o conceito de magnitude, que se refere a intensidade luminosa dos corpos celestes, sendo fundamental para compreender quais desses planetas ou cometas podem ser observados a olho nu.

Por fim, buscando evidenciar aos estudantes a *aplicação do conhecimento* científico, o terceiro momento pedagógico contou com a exibição de duas reportagens do programa Fantástico, da Rede Globo, a respeito do filme “Estrelas além do tempo” de 2016 e sobre a viagem do homem à Lua não ter sido uma farsa, respectivamente.

Com o primeiro vídeo, o professor pôde suscitar discussões sobre o desenvolvimento científico mediante contribuição de diversos pesquisadores, muitas vezes não citados nos livros didáticos. Além disso, possibilitou abordar sobre o contexto histórico e social de cada época, como exemplo, a questão do racismo e luta das mulheres negras durante a década de 1960 nos Estados Unidos, levando os estudantes a refletirem sobre estes e outros aspectos na atualidade.

Por outro lado, o segundo vídeo possibilitou aos estudantes discutirem sobre as notícias compartilhadas nas redes sociais, muitas vezes falsas, o que ameaça a capacidade do cidadão em distinguir entre uma informação fidedigna e uma contrainformação (OTTONICAR *et al.* 2019), deixando evidente a necessidade de apropriação do conhecimento científico para uma análise crítica dos fatos e para o exercício pleno da cidadania. Além disso, possibilitou evidenciar argumentos científicos que validam a viagem do homem a Lua, mas também aplicar os conhecimentos adquiridos de modo que possam ser utilizados para esclarecer alguns dos questionamentos elencados inicialmente, tais como o fato do homem ter um peso menor na Lua, apesar de possuir a mesma massa que na Terra ou possibilitar compreender conceitualmente por que os objetos simplesmente caem no chão quando soltos.

Diante das reflexões realizadas em sala de aula, o professor instigou os estudantes a citarem as contribuições da aplicação da Lei da Gravitação Universal para a sociedade, e de que forma, essas contribuições refletiam no seu cotidiano. Em geral, argumentaram que sua aplicação possibilitou a ida do homem à Lua e o lançamento de satélites, conseqüentemente, viabilizando a rede de internet e telecomunicações essenciais no dia a dia. Logo, os resultados sugerem que os estudantes reconheceram que o estudo desta seqüência didática refletiu diretamente em questões do seu cotidiano, o que contribui na apropriação do conhecimento científico.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da SD proposta aliada aos 3MP sugere que a postura dialógica do professor e o uso de vídeos como recurso educacional possibilitaram explorar questões que estimulassem a participação ativa dos estudantes. Neste sentido, a busca por respostas sobre as situações apresentadas, oportunizou a troca de experiências, instigando a curiosidade, seja ela espontânea e/ou epistemológica. Logo, destaca-se a importância de articular um planejamento que estimule a reflexão e a criticidade do aluno, mas que também se aproprie de recursos didáticos e metodologias que se adequem à realidade que cada turma.

Nesta perspectiva, a utilização de textos e questões contextualizadas oportunizou aos estudantes reconhecer a importância da História da Ciência na construção do conhecimento científico ao relacioná-las com situações de seu cotidiano. Mais importante do que apenas citar personagens que contribuíram

para o desenvolvimento científico, contextualizar sobre a época em que tais contribuições foram concebidas e suas implicações futuras são fundamentais.

Em síntese, a proposta aqui relatada se apresenta como uma sugestão de encaminhamento aos professores de Física da Educação Básica, podendo ser adequada de acordo com sua realidade. Neste trabalho em particular, as atividades desenvolvidas de acordo com os 3MP oportunizaram aulas dialogadas, as quais são de suma importância no processo de construção do conhecimento por parte dos estudantes.

REFERÊNCIAS

ABREU, J. B.; FERREIRA, D. T.; FREITAS, N. M. Os Três Momentos Pedagógicos como possibilidade para inovação didática. *In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (XI ENPEC). Anais [...]* Florianópolis: UFSC., 2017.

BEN-DOV, Y. **Convite à Física**. Rio de Janeiro, Editora Zahar. p. 15., 1996.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação – uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.

BONFIM, D. D. S.; NASCIMENTO, W. J. Estratégias de ensino sugeridas no conteúdo de gravitação universal: uma análise nos livros didáticos de física recomendados pelo PNL D/2018. **e-Mosaicos**, Rio de Janeiro, v. 8, p. 61-84, 2019.

BONFIM, D. D. S.; NASCIMENTO, W. J. Os três momentos pedagógicos no ensino de física: uma revisão sistemática de literatura. **Ensino & Pesquisa**, União da Vitória, v.16, n.3, p. 139-155, 2018.

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

BRASIL, Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio**. Brasília, DF: MEC, 2018. Acesso em: 10 mar. 2019, http://estaticog1.globo.com/2018/12/05/bncc_em_versãocompleta_emrevisão_05dez.pdf?_ga=2.183507174.1518336489.1586800342-1567650760.1586800342.

CARNEIRO, V. **O educativo como entretenimento na TV cultura**. Um estudo de caso. Tese de doutorado, USP, 1997.

- DELIZOICOV, D. La educación en ciencias y la perspectiva de Paulo Freire. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 37-62, 2008.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1975.
- HÜLSENDEGER, M. Uma análise das concepções dos alunos sobre a queda dos corpos, **Cad. Bras. Ens. Fis.** Florianópolis, v. 21, n. 3: p. 377-391, 2004.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- LIMA, E. C. Usos da TV e vídeo em sala de aula: relato de uma experiência com o “Projeto Cultura Afro-Brasileira”. *In: V ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM ALAGOAS, Anais...*, p.1-9, Alagoas, 2010.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **A pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1996.
- MARENGÃO, L. S. L. **Os três momentos pedagógicos e a elaboração de problemas de física pelos estudantes**. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas), Universidade Federal do Goiás, Goiânia, 2002.
- MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. *In: Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez, 1995.
- MORAN, J. M. O vídeo na sala de aula. **Comunicação & Educação**, São Paulo, n.2, p. 27-35, 1995.
- MOSLEY, M.; LYNCH, J. **Uma história da Ciência: experiência, poder e paixão**. Rio de Janeiro: Zahar, 2011. 22 p.
- MUENCHEN, C. **A disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS**. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
- MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. A construção de um processo didático-pedagógico: aspectos epistemológicos. **Revista Ensaio, Belo Horizonte**, v.14, n.3, p.199-215, 2012.
- MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro "Física". **Ciência & Educação**, Bauru, vol.20, n.3, p.617-638, 2014.

OTTONICAR, S. L. C.; et al. Fake news, big data e o risco à democracia: novos desafios à competência em informação e midiática. *In*: IX Encontro Ibérico da Associação de Educação e Pesquisa em Ciência da Informação da Ibero-América e Caribe (EDICIC). **Anais** [...] Barcelona, 2019. Disponível em: <http://eprints.rclis.org/34337/1/EDICIC%20pdf%20versao%20do%20pre%20print.pdf>. Acesso em: 06 set. 2019,

PARANÁ. Secretaria de Estado da Educação. **Diretrizes Curriculares da Educação Básica de Física**. Curitiba: SEED, 2008.

PIRES, M. A.; VEIT, E. A. Tecnologias de Informação e Comunicação para ampliar e motivar o aprendizado de Física no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. São Paulo, v.28, n.2, p.241-248, 2006.

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

A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS: UMA ABORDAGEM INTEGRADA NO ENSINO DE PROPORCIONALIDADE

Luciano Matulle
Márcio André Martins

1. INTRODUÇÃO

Durante a abordagem de conteúdos matemáticos não se pode dar ênfase a um conceito isolado, são necessárias relações e conexões visando à formação de um conhecimento amplo e diversificado (PONTE, 2002). Essas relações são potencializadas, sobretudo, durante a criação de estratégias de resolução pelos estudantes, deixando em segundo plano a memorização de algoritmos (COSTA; ALLEVATO, 2015).

Busca-se um ensino que supere os procedimentos mecânicos, memorização de fórmulas desprovidas de sentido, sendo requeridas metodologias que despertem o interesse do estudante, a criatividade e o trabalho coletivo. Nesse âmbito, pesquisadores como Onuchic *et al.* (2014) indicam a Resolução de Problemas (RP) como uma alternativa em que as situações ou questões são propostas aos estudantes antes que lhes seja apresentado o conteúdo curricular, não havendo espaço para uma postura discente passiva.

Admite-se um panorama em que o estudante é agente e protagonista do seu aprendizado, e com isso o trabalho do professor assume novas dimensões que contemplam o papel de orientar, organizar a aprendizagem e de conhecer as dificuldades e potencialidades cognitivas do seu alunado. “Conhecer os obstáculos envolvidos no processo de construção de conceitos é de grande utilidade para que o professor compreenda melhor alguns aspectos da aprendizagem dos alunos” (BRASIL, 1997, p. 30). Neste sentido, a Teoria dos Campos Conceituais (TCC) de Gerard Vergnaud se apresenta como uma base epistemológica a ser evocada durante os processos de ensino e de aprendizagem da Matemática, fornecendo subsídios para a elaboração de um diagnóstico efetivo e contínuo (ZANELA; BARROS, 2014).

O trabalho do professor admitido como práxis pedagógicas requer uma aliança epistemológica e metodológica, coerente com a forma de pensar a prática docente. Com esse intuito, este texto busca abarcar aspectos

inerentes à Resolução de Problemas, RP¹, e à Teoria dos Campos Conceituais, TCC², visando identificar correlações entre elas, assim como relatar uma experiência vivenciada em sala de aula com esta perspectiva.

2. A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS COMO METODOLOGIA DE ENSINO

O ensino de resolução de problemas começou a ser investigado na década de 60 sob a influência de Georg Polya. Inicialmente os estudos buscavam sucesso na solução, não havendo preocupação com os processos. De acordo Onuchic e Morais (2014), em 1980, com as mudanças que ocorreram nas perspectivas da Educação Matemática, surgiram diferentes visões sobre como ensinar, aprender e avaliar em Matemática.

A importância dada à RP, no cenário da Educação Matemática, é recente e somente nas últimas décadas que educadores matemáticos passaram a aceitar a ideia de que o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas merecia mais atenção (ALLEVATO; ONUCHIC, 2005).

Em 1980, a *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) publica o documento “Uma Agenda para Ação-Recomendações para a Matemática escolar para década de 1980” propondo que a RP fosse o foco da matemática escolar para aquela década (ONUCHIC; MORAIS, 2014). A pesquisa em Educação Matemática que tratava de RP tornou-se vasta, e o termo “Resolução de Problemas” tornou-se comum nos textos e livros textos de Matemática (ALLEVATO, 2013).

Conforme Onuchic e Morais (2014), três concepções de realizar o trabalho em sala de aula de Matemática utilizando a RP são apontadas por Hatfield (1978), e mais tarde nos estudos de Schroeder e Lester (1989), as quais destacam-se: i) ensinar sobre Resolução de Problemas; ii) ensinar para a resolução de problemas, e iii) ensinar via resolução de problemas.

A primeira concepção, para Allevato (2013), corresponde a uma teorização sobre resolução de problemas, ou seja, vista como mais um conteúdo a ser ensinado. O livro “A Arte de Resolver Problemas”, de Polya (1945), pode ser considerado o mais importante exemplo de obras que tratam do ensino sobre resolução de problemas. Nessa concepção, o estudante era submetido a longas listas de problemas semelhantes uns aos outros, com o objetivo de promover a fixação das estratégias adotadas para se chegar à

¹ RP neste texto refere-se à metodologia Resolução de Problemas.

² TCC neste texto refere-se à Teoria dos Campos Conceituais.

solução. Acreditava-se que, se o estudante repetisse nas avaliações o que fora visto em sala de aula, então ele havia aprendido.

A segunda concepção admite a Matemática como utilitária, isto é, considera que a aquisição do conhecimento matemático deve possibilitar ao estudante a sua aplicação. O professor se preocupa com as habilidades dos estudantes em aplicar o que aprenderam em problemas de contextos diversos. Conforme Allevato (2013), esta concepção é atualmente a mais utilizada nos livros-texto de Matemática, no entanto, essa concepção passa a ideia que só é possível realizar uma determinada atividade depois da introdução de um conceito e do treino de um cálculo ou algoritmo.

A terceira concepção considera a RP como um meio para se ensinar Matemática, que atualmente se configura como um ensino através da resolução de problemas. Nesta concepção, os problemas são propostos aos alunos antes que lhe seja apresentado formalmente o conteúdo matemático. Tais problemas são escolhidos conforme o tema a ser abordado pelo professor. Nessa perspectiva, o ensino de um assunto matemático começa por um problema que carrega em sua estrutura aspectos chave desse tópico. O ponto de partida da atividade matemática deixa de ser a definição e passa a ser o problema, chamado “problema gerador” (ONUCHIC; ALLEVATO, 2005).

Em acordo com Onuchic e Morais (2014), para que uma atividade esteja inserida nesta concepção, o professor não pode prescrever os métodos e/ou regras para se chegar diretamente à solução. Alguns autores, como Krulik (2005) e Van de Walle (2009), já apresentavam formas de colocar essa metodologia em prática. Neste sentido, é sugerida a sequência de passos para o trabalho em sala de aula (Quadro 1, página seguinte).

Ao considerar a RP como metodologia de ensino, Onuchic (1999, p. 216) afirma que “o papel do professor muda de comunicador de conhecimento para o de observador, organizador, consultor, mediador, interventor, controlador e incentivador da aprendizagem”. Para Smole e Diniz (2001), ao trabalhar com a RP o professor deve possibilitar um espaço para discussões, em que os estudantes elaborem estratégias de resolução, apresentem hipóteses, façam registros das soluções encontradas, no caderno e/ou na lousa, e reformulem estratégias sempre que necessário para chegar a uma solução coerente. Aumenta-se assim a dinamicidade das aulas e foge-se das práticas tradicionais de abordagem do conteúdo, sendo possível tirar o estudante de sua ‘tradicional’ postura passiva em sala de aula, para levá-lo a uma postura ativa e interessada (ONUCHIC; ALLEVATO, 2005).

Quadro 1. Etapas da RP enquanto Metodologia de Ensino.

Fase	Procedimento
Elaboração do problema	O professor seleciona ou elabora um problema e propõe aos estudantes, ou aceita um problema proposto por eles.
Leitura individual	Cada aluno recebe o enunciado do problema e então é solicitada sua leitura.
Leitura em conjunto	É realizada nova leitura do problema, em grupos.
Resolução do problema	Os estudantes buscam resolver o problema, em grupos.
Observar e incentivar	O professor omite-se da tarefa de transmissor do conhecimento, dando tempo e oportunidade para que os estudantes pensem, incentivando e fornecendo pequenas dicas.
Registro das soluções na lousa	Cada grupo deve apresentar na lousa a sua estratégia de resolução.
Plenária	Debate sobre as soluções, com a mediação do professor.
Busca do consenso	Tentativa de se chegar a um consenso sobre o resultado correto, por meio de argumentação.
Formalização do conteúdo	Abordagem formal do conteúdo matemático envolvido no problema, contemplando conceitos, definições, propriedades, entre outros aspectos teóricos.

Fonte: Adaptado de Onuchic *et al.* (2014).

3. A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS

A Teoria dos Campos Conceituais (TCC) foi proposta pelo psicólogo, pesquisador e professor Gérard Vergnaud. Seus estudos procuram investigar o sujeito do conhecimento em resposta a uma situação de ensino. Vergnaud (1982) admite a premissa que o conhecimento está organizado em campos conceituais cujo domínio, por parte do sujeito, ocorre ao longo de um largo período, por meio de experiência, maturidade e aprendizagem. Por exemplo, situações que requerem o uso de adições, subtrações ou ambas fazem parte do Campo Conceitual das Estruturas Aditivas enquanto as situações que se utilizam de uma divisão, multiplicação ou ambas estão relacionadas com o Campo Conceitual das Estruturas Multiplicativas.

Para Vergnaud (1982), Campo Conceitual é um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamento, que são conectados uns aos outros e, provavelmente, entrelaçados durante o processo de aquisição do conhecimento.

Vergnaud (1993) afirma que a TCC não é uma teoria específica da Matemática, no entanto, foi elaborada a fim de explicar o processo de conceitualização progressiva das estruturas aditivas, das estruturas multiplicativas, das relações entre número-espço e Álgebra. Destacam-se dois objetivos principais desta teoria:

[...] (1) escrever e analisar a complexidade progressiva, a longo e médio prazo, das competências matemáticas que os estudantes desenvolvem dentro e fora da escola e (2) estabelecer melhores conexões entre a forma operacional do conhecimento, que consiste em ação no mundo físico e social, e a forma predicativa do conhecimento, que consiste na linguagem e na expressão simbólica desse conhecimento (VERGNAUD, 2009a, p. 83).

Para Zanella e Barros (2014),

[...] a TCC proporciona o estudo das ações dos alunos e as condições de produção, registro e comunicação durante situações de aprendizagem. Proporciona ao professor uma compreensão das ações do estudante, fornecendo subsídios para a organização dos conteúdos em sala de aula, de modo a privilegiar uma diversidade de situações relacionadas ao mesmo conceito (ZANELLA; BARROS, 2014, p.10).

A TCC considera que a aquisição de conceitos está ligada a três aspectos principais: o primeiro relacionado à análise e categorização de problemas matemáticos (classes de situações problemas); o segundo referente a descrição e análise dos diferentes conhecimentos envolvidos na resolução destes problemas (invariantes operatórios), e o terceiro sobre a representação simbólica empregada na resolução (AGUIAR, 2017).

Nesse contexto, o conceito não é simplesmente sinônimo de definição, mas o conjunto de formas de linguagem que podem ser utilizadas para representá-lo. Em Matemática, conceituar um objeto não se restringe apenas em defini-lo, mas também ao estabelecer relações e encontrar formas de utilizá-lo para a resolução de problemas que o envolvam (AGUIAR, 2017).

A TCC considera que o desenvolvimento de um conhecimento conceitual deve surgir de situações problemas em que sejam consideradas a representação, os esquemas, o conceito e os invariantes operatórios (conceitos e teoremas em ação) (VERGNAUD, 2009b).

Zanella e Barros (2014) explicam que a compreensão de um conceito pelo estudante não se dá apenas em uma 'única' situação, não deriva apenas de uma situação, nem um só conceito e nem uma só situação dão conta do processo aquisitivo de um determinado conhecimento, uma

vez que os conceitos matemáticos estabelecem seus sentidos por meio de diferentes situações.

Fioreze (2010) esclarece que, diante de novas situações, o estudante constrói novos esquemas, utilizando-se de conhecimentos e esquemas anteriores, adaptando-os. O funcionamento cognitivo em uma determinada situação dependerá da quantidade de esquemas disponíveis, formados anteriormente. A aquisição de conhecimentos baseia-se em situações-problema que o sujeito já vivenciou.

Para Vergnaud (2009b), a TCC possibilita ao professor um novo olhar para a organização do trabalho pedagógico ao fornecer subsídios para diagnosticar a aprendizagem e as dificuldades dos estudantes durante o processo de aquisição/construção do conhecimento.

4. CORRELAÇÕES ENTRE A RP E TCC

Ao se considerar a RP como metodologia de ensino, na perspectiva da Educação Matemática, pautada na concepção de ensinar via resolução de problemas, e a TCC no processo de ensino e aprendizagem de Matemática, são identificados alguns aspectos potencializadores, que possibilitam contribuições à prática docente.

Na concepção da RP adotada neste estudo, os problemas são propostos antes da abordagem ‘formal’ dos conteúdos específicos envolvidos, é o momento em que o estudante desenvolve sua própria compreensão sobre o problema apresentado, aplica seus conhecimentos prévios e decide pelas estratégias que serão utilizadas (ONUCHIC *et al.* 2014). Conforme a TCC, na interpretação da situação o sujeito atribui significados, procura mobilizar seus esquemas prévios, é quando ele se pergunta: ‘o que sei disso?’. Os aspectos envolvidos no ponto de partida da atividade matemática recebem, portanto, sustentação na RP e na TCC. Ambas admitem que a compreensão dos conceitos não reside apenas em definições, mas na vivência e exploração de situações desafiadoras.

Durante a etapa de resolução em grupos, preconizada pela RP, os estudantes discutem suas compreensões acerca do problema e buscam a sua resolução. Neste momento o professor observa o trabalho discente, incentivando a utilização dos conhecimentos prévios. Há uma liberdade de investigação, não estando condicionada a uma técnica ou estratégia preestabelecida pela ação docente. Desta forma, em consonância com a TCC, o estudante deve agir cognitivamente, experimentando e propondo

soluções, sendo ele o principal agente responsável pela validação e/ou aceitação das respostas, bem como pela refutação, quando for o caso.

A etapa da resolução do problema permite a criação de estratégias próprias, ampliando a possibilidade de caminhos que levem a uma solução correta (ONUChic *et al.* 2014). Para Vergnaud (1993), em ações desta natureza o estudante constrói novos esquemas, utilizando-se de conhecimentos e esquemas anteriores, adaptando-os. O funcionamento cognitivo em uma determinada situação dependerá da quantidade de esquemas disponíveis, formados anteriormente, assim como do sucesso alcançado em caminhos semelhantes já experimentados.

No contexto da TCC, segundo Vergnaud (2009b), identificar, analisar, compreender, socializar e valorizar as produções dos indivíduos no processo educativo permite ao educador colocar-se como mediador diante das produções parciais ou ineficientes. Para Muniz e Bittar (2008), a compreensão dos esquemas é mais uma oportunidade de interação entre aluno e professor, o que favorece um diálogo profícuo nas aulas de matemática. Ainda, a verbalização do estudante sobre suas produções é considerada parte essencial na compreensão dos processos cognitivos, pois os algoritmos e os esquemas normalmente são registros que não traduzem estes processos em sua totalidade.

Neste sentido, é essencial que o professor solicite aos estudantes que expliquem suas produções e relatem como pensaram para resolver as situações. Este aspecto é considerado na RP, na etapa da socialização das estratégias, em que os estudantes registram suas resoluções na lousa e em plenária discutem suas estratégias de resolução. Para Onuchic *et al.* (2014), é o momento em que os estudantes compartilham e justificam suas ideias, defendem seus pontos de vista, comparam e discutem as diferentes posições. Ainda, no confronto de ideias há uma diversidade de possibilidades resolutivas, o que permite ao professor, no processo de institucionalização, o 'reconhecimento do conhecimento' mobilizado/produzido bem como a sua articulação com o saber sociocientífico validado.

Vergnaud (1993) destaca o papel importante da linguagem e do simbolismo na construção de conceitos. Para o autor, as representações simbólicas auxiliam na resolução de problemas complexos, também são meios de identificação mais clara dos objetos matemáticos presentes nestas situações. Excluí-las "levaria a um deplorável empobrecimento do ensino da Matemática" (VERGNAUD, 1993, p. 21).

Na RP, uma das etapas propostas por Onuchic *et al.* (2014) é a formalização do conteúdo, ou seja, é o momento em que o professor registra

na lousa uma representação 'formal' – estruturada e organizada em linguagem matemática, relacionando os conceitos, os princípios e procedimentos construídos por meio da resolução do problema. Desta forma, em conformidade com a TCC, percebe-se que construção de conceitos está relacionada com a sua identificação em uma determinada situação, não ocorrendo de forma isolada, como geralmente acontece no âmbito escolar. Para Vergnaud (1993), a aquisição de conceitos não está associada a uma definição, mas sim com a quantidade de experiências que o sujeito já vivenciou, que dão sentido ao conceito e com a identificação das formas de linguagem que podem ser utilizadas para representá-lo.

Desta forma, destaca-se a importância de envolver um mesmo conceito em diferentes situações, possibilitando ao estudante identificá-lo, compreendê-lo e conectá-lo com outros, que não seria possível em uma abordagem, por exemplo, que iniciasse pela exposição de uma definição.

Em síntese, ao se considerar a RP (na terceira concepção apresentada) nos processos de ensino e de aprendizagem da Matemática, mediante as lentes da TCC, são evidenciados alguns aspectos que são explorados na representação do Quadro 2 (página seguinte).

As confluências apresentadas no Quadro 2 sugerem aspectos e encaminhamentos a serem valorizados sobretudo durante os processos de ensino e de aprendizagem em Matemática, que permitem ao professor um melhor direcionamento com vistas à compreensão sobre as ações cognitivas movidas pelos estudantes, fornecendo subsídios para a organização do trabalho pedagógico.

Quadro 2. A RP sob a ótica da TCC.

Aspectos inerentes a RP	Aspectos inerentes a TCC	Confluências
Os conceitos são construídos durante a resolução dos problemas.	O conceito não é sinônimo de definição, mas engloba também o seu sentido em situações diversas.	A compreensão de conceitos reside na vivência, na investigação e na exploração.
Ao investirem seus conhecimentos na resolução dos problemas, os estudantes percebem a necessidade de outros.	Situações e conceitos são conectados uns aos outros durante o processo de aquisição do conhecimento.	Os novos conceitos emergem de uma necessidade que se apresenta, valorizando a articulação com outros já adquiridos.
Sugere uma ação docente que preconiza a interação na sala de aula.	Possibilita ao professor um olhar apurado sobre as ações dos estudantes.	A avaliação do processo ensino e aprendizagem é diagnóstica e contínua, com vistas à identificação de possíveis obstáculos e/ou potencialidades.
As situações podem envolver conceitos diversos que se articulam e se complementam.	As situações que relacionam vários conceitos são as mais proveitosas, no sentido em que se interligam em uma rede complexa.	A diversificação de atividades permite ao estudante construir e relacionar diferentes conceitos.
A formalização ocorre ao final do processo, buscando estabelecer relações com as representações dos estudantes.	Valoriza o papel da linguagem e do simbolismo na conceitualização.	O uso adequado da linguagem permite aos estudantes aprofundar e ampliar suas compreensões.
Possibilidade de criação e exposição de estratégias próprias de resolução.	A confiabilidade nos esquemas pelos sujeitos é importante, baseia-se no conhecimento que ele detém e nas relações que estabelece.	Os conhecimentos movidos pelo estudante e o sucesso obtido com a resolução são inerentes aos processos de ensino e de aprendizagem.

Fonte: Autores (2018).

5. SOBRE A EXPERIÊNCIA COM A RP E A TCC EM SALA DE AULA

A investigação realizada caracteriza-se como qualitativa e interpretativa, desenvolvida em uma turma de 7º. ano do Ensino Fundamental Público, com 24 estudantes de faixa etária entre 12 e 14 anos. O problema considerado envolve o raciocínio de proporcionalidade³, seguindo as etapas propostas por Onuchic *et al.* (2014). A temática envolveu a preparação de bebidas, em específico da dosagem de refrescos, por se tratar de algo comum ao cotidiano dos estudantes (vivência própria). Assim, considerou-se o ‘problema dos sucos’ (1ª. etapa da RP), conforme o Quadro 3.

Quadro 3. O Problema dos Sucos.

A partir das informações apresentadas na embalagem do produto, sobre a concentração, como preparar o refresco, ‘o suco’, com a quantidade de água recebida? – Nesta atividade, a quantidade de água foi prefixada e não correspondia à unidade padrão estabelecida pelo fabricante (em litros).



Fonte: Autores (2018).

Após receberem o problema, os estudantes foram distribuídos em 6 grupos com 4 integrantes, e o professor estabeleceu a quantidade de suco a ser produzida em cada equipe, assim como a embalagem de produto que

³ O raciocínio de proporcionalidade ou apenas raciocínio proporcional são termos utilizados por diversos autores para descrever uma maneira de pensar em Matemática diante de situações que envolvem relações proporcionais.

deveriam utilizar (Quadro 4). As embalagens selecionadas tinham o mesmo sabor, porém com tamanhos e rendimentos distintos, mais especificamente, de 1 quilograma e de rendimento 10 litros e outra de 350 gramas e rendimento 5 litros.

Quadro 4. Quantidades de sucos a serem produzidas.

Grupo	Massa segundo a embalagem (kg)	Rendimento (l)	Quantidade a ser produzida (ml)
1	0,350	5	1250
2	1	10	1350
3	0,350	5	1800
4	1	10	1500
5	0,350	5	1200
6	1	10	1650

Fonte: Autores (2018).

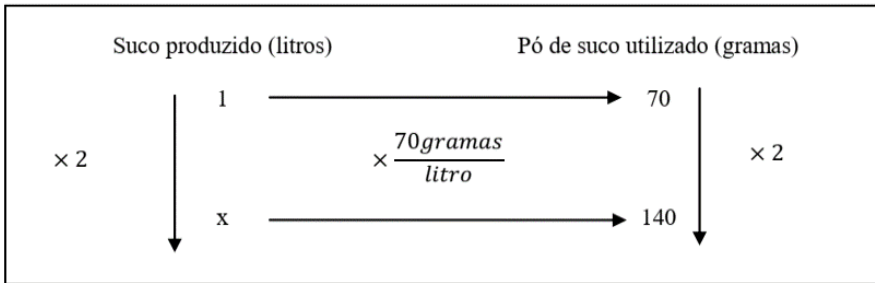
Inicialmente os estudantes manifestaram certa dificuldade, pois consideravam que bastava adicionar o concentrado à água e mexer até dissolver, como faziam em suas casas, e que não necessitariam ‘fazer contas’. Com a percepção desta necessidade, entretanto, ao obter a dosagem respeitando as propriedades estabelecidas, o conceito de proporcionalidade emergiu das discussões em sala de aula.

Uma das principais dificuldades que foram evidenciadas corresponde ao hábito em realizar os cálculos sem se preocupar com as grandezas ou unidades de medida associadas. Por exemplo, uma das estratégias apresentadas pelos estudantes consistiu em calcular a razão entre a massa e o seu rendimento. Em seus registros consideraram: $1/10 = 0,1$ e $350/5 = 70$. Embora estabelecessem uma relação entre a massa da embalagem e o seu rendimento, não conseguiam explicar o significado dos valores 0,1 e 70. A representação adotada pode ser considerada inadequada à compreensão das relações envolvidas, como exemplo, no primeiro caso, ao entendimento que 0,1 representava 100 gramas (g) de suco para cada litro (l) de água. Neste sentido, a avaliação diagnóstica permitiu a identificação dos principais obstáculos da aprendizagem, associados à situação em estudo. O esclarecimento requereu a intervenção e a orientação docente, mediante algumas exposições. Com isso, os estudantes relataram uma melhor compreensão sobre as relações envolvidas e destacaram a importância e a necessidade da linguagem e da simbologia adotada no contexto explorado.

A situação inversa também foi explorada, isto é, ao se estabelecer uma quantidade correspondente de concentrado para uma determinada

quantidade de água, pré-fixada. Neste caso, para valores múltiplos de 70 e 100 g, os estudantes respondiam corretamente, no entanto, para outros valores apresentavam certa dificuldade em instituir a relação de proporcionalidade. Quando questionados sobre quantos litros seriam feitos com 140 gramas do produto, utilizavam a relação 70g/1l – 70 gramas do produto para um litro de água (Quadro 5). Porém, isso não acontecia quando questionados sobre quantos litros de suco seriam produzidos com 80 gramas do concentrado, por exemplo.

Quadro 5. Representação de um esquema para dosagem de sucos.



Fonte: Autores (2018).

Esta dificuldade em conceber operadores verticais racionais não inteiros, identificada nesta experiência, pode estar relacionada com a falta de abordagens desta natureza em sala de aula ou com o entendimento sobre a equivalência de frações. A sua superação implica o desenvolvimento do raciocínio de proporcionalidade, cabendo ao professor elaborar e propor situações que possibilitem identificar estes aspectos e traçar caminhos com vistas a sua compreensão. Neste encaixe, a diversificação de atividades favorece a compreensão, a construção e a relação entre conceitos.

A dificuldade apresentada pelos estudantes em estabelecer operadores racionais não inteiros foi então abordada mediante a comparação entre as grandezas, como uma estratégia de resolução. Esta estratégia envolve o produto cruzado, conhecido como algoritmo ‘Regra de Três’. Neste sentido, alguns estudantes questionaram se em atividades posteriores haveria a necessidade de utilizarem este método, ou se poderiam fazer do ‘seu jeito’. Manifestavam, assim, o interesse em buscar suas próprias estratégias, o que representou um aspecto potencial ao trabalho com os conceitos envolvidos na experiência.

O esquema disposto no Quadro 5 pode ser associado com a seguinte relação: a quantidade em gramas do produto (P) é igual ao produto entre a quantidade de suco (S) a ser produzida e o rendimento do produto (R), podendo ser representada pela Equação (1).

$$P = S \times R$$

(1)

Para Vergnaud (2009b), esta relação pode ser interpretada como o produto de medidas, ou, um isomorfismo duplo, ou, uma dupla proporcionalidade. Os estudantes manifestaram ‘resistência’ em operar com o produto cruzado de medidas, entretanto, propuseram a utilização da Equação (1). Com a abordagem de situações correlatas, em sala de aula, de modo a associar diversas possibilidades de variáveis, isto é, mediante a análise de casos em que se buscava o valor de P ou de S, sendo que a relação, R, também era alterada, a compreensão dos conceitos foi sendo revelada pelos estudantes, com a vivência, investigando e explorando.

A compreensão demandou, entretanto, a experimentação e a comparação, possibilitando a percepção que, mesmo com quantidades diferentes (de produto concentrado e de água), os resultados de concentração (coloração e sabor) eram equivalentes. Com isso, estabeleceram a relação por meio da razão entre a quantidade de suco a ser preparada e a quantidade de produto a ser utilizada. Assim, perceberam que mesmo com valores diferentes de água e de concentrado, os resultados correspondiam a 70 ou a 100, conforme o produto utilizado, isto é, associaram às razões 70g/1l e 100g/1l as concentrações para as embalagens de 350 gramas e de rendimento 5 litros, e para a embalagem de 1 kg e de rendimento 10 litros, respectivamente. Perceberam então que, para embalagens de mesmo sabor e rendimentos diferentes, as razões entre as quantidades de suco e as quantidades de produto eram sempre iguais. Deste modo, o conceito de frações equivalentes foi associado com a relação de proporcionalidade, que ao final (formalização dos conteúdos) foi apresentada como ‘regra de três’.

De fato, os conhecimentos movidos pelo estudante e o sucesso obtido com a resolução fizeram parte de todo o processo e caracterizaram fator relevante ao aprendizado. Esta experiência esteve situada no contexto da RP, enquanto metodologia de ensino, e da TCC, no sentido de investigar o sujeito do conhecimento em resposta a uma situação de ensino, conforme as correlações estabelecidas no Quadro 2 e, novamente, abordadas no Quadro 6.

Quadro 6. Sobre a experiência integrando a RP e a TCC.

Premissas	Produtos da Experiência
A compreensão de conceitos reside na vivência, na investigação e exploração pelo estudante.	A partir da produção de refrescos os estudantes puderam perceber as relações e compreender o conceito de proporcionalidade.
Os novos conceitos emergem de uma necessidade que se apresenta, valorizando a articulação com outros já adquiridos.	A necessidade de buscar novas estratégias para a dosagem de refrescos, atrelada aos conhecimentos prévios, permitiu emergir o conceito de proporcionalidade.
A avaliação da aprendizagem é diagnóstica e contínua, com vistas à identificação de possíveis obstáculos.	Foram identificadas dificuldades relacionadas às operações com números decimais e de transformações de unidades.
A diversificação de atividades permite ao estudante construir e relacionar diferentes conceitos.	Com a abordagem de diferentes quantidades e de situações 'inversas', estabeleceram relações entre o conceito de proporcionalidade e de frações equivalentes.
O uso adequado da linguagem permite aos estudantes aprofundar e ampliar suas compreensões.	A interação entre estudantes e professor, contemplando a linguagem matemática, possibilitou a compreensão do conteúdo.
Os conhecimentos movidos pelo estudante e o sucesso obtido com a resolução são inerentes ao processo.	Ao estabelecer e identificar as relações de proporcionalidade, por meio de novas estratégias de resolução, os estudantes construíram novos conhecimentos.

Fonte: Autores (2018).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das reflexões possibilitadas por este estudo, sugere-se um trabalho pedagógico que integre a RP e a TCC ao ensino de Matemática, valorizando assim as ações e os processos de raciocínio dos estudantes, bem como a compreensão do professor em relação às estruturas do pensamento envolvidas. Uma aliança contemplando aspectos epistemológicos e metodológicos é indicada ao se pensar e (re)pensar a prática docente. Neste sentido, embora a experiência vivenciada tenha contemplado uma situação específica envolvendo o raciocínio de proporcionalidade, ela pode ser estendida para outros cenários.

De modo bastante sumário, evidenciam-se como potencialidades identificadas à postura discente: a interação, a curiosidade e o interesse, a colaboração, a exposição de suas formas de pensar e de ver a matemática e a identificação da importância dos conteúdos matemáticos nas suas atividades

diárias, a destacar o raciocínio de proporcionalidade. Em relação ao trabalho docente, destacam-se: um olhar voltado para a organização do trabalho pedagógico, assumindo a verbalização do estudante sobre suas produções como parte essencial da produção matemática na escola, descobrindo que em cada estudante há novas formas de pensar as situações e de produzir processos resolutivos, que muitas vezes são negligenciadas por abordagens que consideram apenas a reprodução de procedimentos.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. B. **Introduzindo a noção de proporcionalidade via resolução de problemas: uma análise acerca de esquemas mobilizados por estudantes do sétimo ano do ensino fundamental.** 2017. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.
- ALLEVATO, N. S. G. Trabalhar através da resolução de problemas: possibilidades em dois diferentes contextos. **Revista Vidya**, v. 34, n. 1, p. 209-232, 2013.
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Matemática / Secretaria de Educação Fundamental.** Brasília: MEC /SEF, 1997.
- COSTA, M. dos. S; ALLEVATO, N. S. G. Proporcionalidade: eixo de conexão entre conteúdos matemáticos. **Revista de Educação Matemática e Tecnológica Ibero-americana**, Pernambuco, v. 6, n. 1, p.1-26, 2015.
- FIGUEIREDO, L. A. **Atividades Digitais e a construção dos conceitos de proporcionalidade: uma análise a partir da teoria dos campos conceituais.** 2010, 203f. Tese (Doutorado em Informática na Educação). Universidade Federal do Rio Grande do sul, Porto Alegre, 2010.
- HATFIELD, L. L. Heuristical emphasis in the instruction of mathematical problem solving: Rationales and research. *In*: HATFIELD, L. L.; BRADBARD, D. A. (org.). **Mathematical Problem Solving: papers from a research workshop.** Columbus: ERIC, 1978.
- KRULIK, S.; RUDNICK, J. A. **Problem-Driven Math: Applying the Mathematics Beyond Solutions.** Chicago, IL: Wright Group/McGrawHill, 2005.
- MUNIZ, C. A.; BITTAR, M. O conceito de "esquema" para um novo olhar para a produção matemática na escola: as contribuições da Teoria dos Campos Conceituais. *In*: MUNIZ, C.A.; BITTAR, M. (Org.). **A**

aprendizagem matemática na perspectiva da Teoria dos Campos Conceituais. 1ed. Curitiba: Editora CRV, 2009, v. 1, p. 1-93.

ONUCHIC, L. de. L. R.; ALLEVATO N. S. G. Ensino-aprendizagem de Matemática através da resolução de problemas. In: Bicudo, M. A. V. (Org.) **Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas.** São Paulo: UNESP, 2005.

ONUCHIC, L. de. L. R.; ALLEVATO, N. S. G.; NOGUTI, F. C. H.; JUSTULIN, A. M. (Orgs.). **Resolução de Problemas: Teoria e Prática.** Paco Editorial. Jundiaí. 2014.

ONUCHIC, L. de. L. R. **Ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas.** In: BICUDO, M. A. V. (Org.). Pesquisa em educação Matemática São Paulo: Editora UNESP, 1999.

ONUCHIC, L. de. L. R.; MORAIS, R. dos. S. Uma Abordagem Histórica da Resolução de Problemas. In: ONUCHIC, L. de. La. R. et al. **Resolução de Problemas: Teoria e Prática.** Jundiaí: Paco Editorial, p. 17-34, 2014.

POLYA, G. **How to solve it: A new aspect of mathematical method,** Princeton, USA, Princeton University Press, 1945.

PONTE, J. P. A vertente profissional da formação inicial de professores de Matemática. **Educação Matemática em Revista.** a. 9, n. 11A – Edição Especial. Abril, 2002.

SCHROEDER, T. L.; LESTER, F.K. Developing Understanding in Mathematics via Problem Solving. In: TRAFTON, P. R.; SHULTE, A. P. (Org.). **New Directions for Elementary School Mathematics. National Council of Teachers of Mathematics,** 1989. (Year Book).

SMOLE, K. M.; DINIZ, M. I. **Ler, escrever e resolver problemas: habilidades básicas para aprender matemática.** Porto Alegre: Artmed, 2001.

VERGNAUD, G. **A classification of cognitive tasks and operations of thought involved in addition and subtraction problems.** In: CARPENTER, T.; MOSER, J.; ROMBERG, T. Addition and subtraction. A cognitive perspective. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum. p.39-59, 1982.

VERGNAUD, G. **A criança, a matemática e a realidade: problemas do ensino de matemática na escola elementar.** Tradução de Maria Lucia Faria Moro; Revisão técnica Maria Tereza Carneiro Soares. Curitiba: Ed. UFPR, 2009b.

VERGNAUD. G. Teoria dos campos conceituais. In: **Anais 1º Seminário Internacional de Educação Matemática do Rio de Janeiro,** 1993, UFRJ, Rio de Janeiro: Projeto Fundação-Instituto de Matemática-UFRJ, p. 1-26, 1993.

VERGNAUD, G. **The Theory of Conceptual Fields: human Development.** v. 52, n° 2. Printed in Switzerland: Karger, 2009a, p. 83-94. Disponível em: www.karger.com/hde. Acesso em: 30 de jan. 2018.

ZANELLA, M.C; BARROS, M. de. O. **Teoria dos Campos Conceituais: situações problemas da estrutura aditiva e multiplicativa de Naturais.** 1 ed, Curitiba, PR: CRV, 2014.

MODELAGEM MATEMÁTICA E O MESTRADO PROFISSIONAL: RESULTADOS E POSSIBILIDADES

Laynara dos Reis Santos Zontini
Dionísio Burak

1. INTRODUÇÃO

Esse texto tem como objetivo trazer à reflexão algumas dissertações, desenvolvidas no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGEN), na linha Métodos de Ensino e Aprendizagem em Matemática, orientadas pelo professor Dionísio Burak, que trabalharam com a Modelagem Matemática na Educação Matemática. Inicialmente fazemos uma introdução sobre uma breve trajetória histórica e organizacional do PPGEN, trazendo informações relacionadas à constituição de espaços de formação e pesquisa do Programa, como o Grupo de Pesquisa e Ensino em Educação Matemática. A partir dessas produções vamos discutir os resultados, tanto teóricos quanto dos produtos educacionais, e apresentar possibilidades de pesquisas futuras.

O programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais e Matemática -PPGEN teve suas atividades acadêmicas iniciadas no ano de 2015. Inicialmente o programa contava com três professores das disciplinas específicas da Matemática. A área de concentração contempla o Ensino e Aprendizagem de Ciências Naturais e Matemática que se caracteriza como área de desenvolvimento de referencial teórico/metodológico, envolvendo análise, avaliação e métodos relacionados a práticas educativas voltados à melhoria do processo de ensino e aprendizagem em Ciências Naturais e Matemática.

Esta área de concentração contempla duas linhas de pesquisas: I - **Métodos de Ensino para Ciências Naturais e Matemática**: Estratégias metodológicas para o ensino, pesquisa e avaliação de Ciências Naturais e Matemática, envolvendo ações pedagógicas e didáticas de conteúdo específicos para a Educação Básica; e II - **Processos de ensino e aprendizagem em Educação Científica**: Conceitos científicos e teorias de ensino e aprendizagem da área de Ciências Naturais e Matemática subjacentes a práticas pedagógicas, no contexto da Educação Básica.

Para incrementar as investigações das linhas de pesquisa do Programa, os participantes do mestrado, ligados à Matemática, participam das atividades do Grupo de Pesquisas e Estudos em Educação Matemática –

GPEEM, fundado no ano de 2000. O grupo é constituído por professores do Departamento de Matemática e Pedagogia da Unicentro, estudantes da Licenciatura em Matemática e Pedagogia, participantes do Programa de Iniciação Científica e do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid) e professores das redes de ensino municipal, estadual e particular.

Essa diversidade dos participantes, com diferentes experiências em pesquisa (nenhuma, pequena ou grande), junto com a permanente orientação docente, favorece e promove a sinergia necessária para o desenvolvimento dos estudos e pesquisas, além de produção de referenciais por meio de artigos em eventos e revistas da área de Matemática e Educação Matemática, livros e capítulos de livros que disseminam os resultados das investigações realizadas.

Constituem objetivos do GPEEM: formar pesquisadores para atuar na área da Educação Matemática tratando das questões relativas às formas e processos do ensinar e do aprender matemática; realizar estudos, pesquisas e avaliar ações de formação inicial e continuada de professores. Para a consecução dos objetivos o grupo promove análises, discussões e investigações relativas às práticas pedagógicas e à formação de professores para atuar no ensino de Matemática; à confecção, organização e sistematização de encaminhamentos para o uso de materiais didáticos em sala de aula; às práticas ligadas à aplicação da Informática no Ensino de Matemática; além de desenvolver um resgate histórico da produção em Educação Matemática.

O GPEEM articula-se apoiado em sublinhas de pesquisas, construídas para melhor atendimento dos interesses dos diversos subgrupos participantes sob a coordenação de um professor responsável por cada uma das sublinhas, sendo elas: Práticas de Ensino e Materiais Didáticos; Modelagem Matemática na Educação Matemática; História da Matemática, Tecnologias na Educação Matemática que consideram as atuais Tendências Metodológicas em Educação Matemática.

O grupo ou subgrupo da Modelagem Matemática conta com seis professores atualmente. Necessário se dizer que há ao menos duas concepções de Modelagem entre os docentes do programa, mas ambas igualmente com o objetivo de proporcionar ao profissional contribuições para melhorar o processo de ensino e aprendizagem da Matemática no âmbito da Educação Básica. Neste texto vamos focar mais especificamente nos trabalhos que envolvem a Modelagem na concepção da Educação Matemática.

2. MODELAGEM NA CONCEPÇÃO DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

A Modelagem na concepção da Educação Matemática com a qual trabalhamos, como uma metodologia do ensino da Matemática, segue os pressupostos de Burak, que se alinha à orientação de Higginson (1980) sobre os Fundamentos da Educação Matemática. Para Higginson a Educação Matemática possui um constructo científico interdisciplinar constituído pela Matemática, Filosofia, Sociologia e Psicologia. As tendências metodológicas da Educação Matemática envolvem a Resolução de Problemas, Mídias Tecnológicas, Etnomatemática, História da Matemática, Investigações Matemáticas, Modelagem Matemática entre outras.

A Modelagem na concepção assumida tem se constituído ao longo das últimas décadas em uma das mais promissoras metodologias de ensino da Matemática. Tendo como fundamentos os pressupostos de Educação Matemática de Higginson, a Modelagem orienta-se pela Matemática e pelas disciplinas que integram a Educação, como a Psicologia a Sociologia e a Filosofia, e atualmente conta com a Linguística e a Antropologia, que a cada dia tem se mostrando importante para a Educação Matemática. Conforme Rius (1989), o método de observação participante é também importante nas práticas com Modelagem para investigar a dinâmica da sala de aula de Matemática.

O método de investigação das práticas com Modelagem, cuja prioridade é um processo de ensino que leve à aprendizagem, adota a natureza qualitativa de investigação, pois procura captar as manifestações dos participantes e informações em que a pesquisa quantitativa não dá conta. Em algumas ocasiões utiliza-se também a pesquisa de natureza quali/quantitativa, mas o aspecto qualitativo é privilegiado.

Nesse ponto de vista, há que se priorizar as diversas formas de coleta ou produção de dados. Na observação da dinâmica da sala de aula em aulas de Matemática existem muitas informações sobre comportamento, interação, cooperação, autonomia, argumentação, utilização de estratégias próprias na resolução de problemas e outros tipos de “informações que não podem ser quantificadas e precisam ser interpretadas de forma muito mais ampla que circunscrita ao simples dado objetivo” (TRIVIÑOS 2011, p. 120).

Situada nesse constructo teórico de pesquisa e orientação metodológica, a concepção de Burak (1992, p. 62) compreende a Modelagem como “um conjunto de procedimentos cujo objetivo é tentar

explicar matematicamente, os fenômenos presentes no cotidiano do ser humano, ajudando-o a fazer previsões e tomar decisões”. O desenvolvimento das práticas com Modelagem apoia-se em dois princípios: 1. Partir do interesse do(s) grupo(s) de participante(s); 2. Os dados devem ser coletados, sempre que possível, no local onde se dá o interesse do(s) grupo(s).

2.1 SOBRE O 1º PRINCÍPIO

O interesse nas práticas com Modelagem começou a ser utilizado na metade de 1980, quando Burak ministrava cursos para professores da Educação Básica, ou 1º e 2º Graus, denominação utilizada à época. Inicialmente os temas eram da responsabilidade do professor, mas com o correr dos cursos, atendendo às solicitações dos participantes, e com a aquisição de mais experiências com a Modelagem, pudemos perceber que, desenvolver a Modelagem a partir do interesse do grupo ou dos grupos de professores, mobilizava uma maior dedicação, pois eles mostravam-se mais dispostos na busca de dados, venciam algumas dificuldades com maior criatividade e alargavam os meios para obter informações. Esse primeiro princípio é fundamental para o desenvolvimento das práticas com Modelagem como metodologia do ensino da Matemática, pois inicialmente partindo do interesse pode minimizar esforços do professor em criar de forma artificial o interesse no estudante.

De forma simultânea, buscamos por referenciais sobre o interesse e sua potencialidade na Educação. Em Dewey (1967) encontramos o que ele chama de Teoria do Interesse, como um fator importante no processo de ensino e aprendizagem do estudante. Segundo essa teoria, quando a criança percebe que o que se deseja ensiná-la tem relação com um todo, daí nasce o interesse. Nas palavras de Dewey (1954, p. 55), “Se esse todo lhe pertence, ou se o seu próprio movimento o põe em contato com esse todo, aquela coisa ou aquela ação passa a interessá-la”. Ainda em relação ao interesse, Gadotti (2002, p.144) afirma que “a finalidade da educação estaria nela mesma, no dia a dia, no transcorrer do processo, admitindo como força propulsora o interesse pessoal e o conhecimento prévio das crianças.” Além disso, Morandi (2008, p.56) afirma que para Dewey,

[...] a proposição das pedagogias novas baseia-se no modelo da atividade da criança, sua ação, seus interesses e sua liberdade”. Todos os esforços educativos encaminham-se na direção de atender às necessidades formativas e intelectuais do educando, tomando como ponto de partida o uso de elementos que lhe são comuns, presentes na sua experiência cotidiana.

O interesse dos estudantes está intimamente relacionado com a motivação em aprender. Assim, entendemos que o interesse precede a motivação. Mesquita e Duarte (1996) afirmam que a motivação, por si só, é um conjunto de processos psicológicos e fisiológicos que levam o sujeito a agir desencadeando ações. Desse modo, interesse e motivação contribuem para que os estudantes tenham ações que favoreçam e propiciem a aprendizagem.

2.2 SOBRE O 2º PRINCÍPIO

O segundo princípio é buscar os dados, sempre que possível, onde se dá o interesse do grupo ou dos grupos envolvidos, ele objetiva, entre outros aspectos, proporcionar e incentivar o estudante a buscar os dados e saber ponderar sobre as informações obtidas. Este princípio também favorece a busca por diferentes fontes de informações, estimulando a capacidade de navegar em sites da internet, trazer dados de entrevistas ou literaturas relativas ao assunto. A tecnologia tem permitido a obtenção de muitas informações, o que pode gerar o princípio que Morin (2014) denomina de hologramático. O princípio hologramático traz a ideia do holograma, vai além do reducionismo que só vê as partes e do holismo que só vê o todo. Este princípio reconhece que a parte está no todo, mas que também o todo está na parte e a ideia hologramática está ligada a ideia recursiva, que ultrapassa a noção e regulação com as noções de autoprodução e auto-organização, importante no processo de ensino e aprendizagem.

Além dos dois princípios são sugeridas cinco etapas, não rígidas, para o encaminhamento das atividades de Modelagem, a saber: 1. Escolha do Tema; 2. Pesquisa Exploratória; 3. Levantamento do(s) Problema(s); 4. Resolução dos problemas e o trabalho com os conteúdos no contexto do tema; e 5. Análise Crítica da(s) Solução(ões).

As práticas são essencialmente atividades coletivas, com a formação de grupos constituídos por 3 a 4 participantes. As atividades com Modelagem têm início com a escolha do tema, ou dos temas pelo grupo ou pelos grupos participantes.

1. Escolha do tema

O tema a ser estudado é de livre escolha do grupo ou dos grupos de participantes. Os temas podem envolver assuntos diversos dependendo do interesse: brincadeiras, esporte, economia, agricultura e pecuária, tecnologia, pandemia, ou quaisquer outros temas atuais. Pode acontecer também que o ponto de partida seja uma situação-problema, no entanto, isso é raro nos níveis iniciais da escolarização. Quando a escolha recai sobre mais de um tema e o professor, ainda sem experiência, preferir trabalhar com apenas um tema pode combinar de tratar um, depois outro e assim por diante. Entretanto, se o professor já tiver vivenciado algumas experiências com a Modelagem pode trabalhar com mais de um tema na mesma turma. Os temas inicialmente podem não ter nada de matemática e, muitas vezes, os estudantes não têm muita noção do que realmente querem com o tema escolhido.

O fato de um tema inicialmente não ter aparentemente muito a ver com a Matemática pode despertar no professor alguma “ansiedade”, algum temor por suscitar dúvida se há matemática no tema e ainda, qual matemática poderá ser desenvolvida. Essas questões realmente fazem parte do cotidiano escolar, principalmente nas escolas que têm como meta o cumprimento de um programa com determinados conteúdos matemáticos. Entretanto, esse não é um problema, pois ao longo da atividade os conteúdos matemáticos acabam por emergir, principalmente conforme as orientações dadas pelo professor nas etapas seguintes.

2. Pesquisa Exploratória

Essa etapa da Modelagem é quando se dá a busca dos dados. Os dados podem ser sobre questões técnicas, processos, curiosidades ou dados históricos sobre o tema. Utilizam-se todos os meios possíveis para conhecer mais sobre o tema e, sempre que possível, buscando informações no local onde está(ão) o(s) interesse(s) do grupo(s) de pessoas envolvidas. Esta, além de se constituir em uma das premissas para as práticas com a Modelagem é uma etapa importante na formação de um estudante mais crítico e atento ao seu contexto de vida. Entendemos que para conhecer melhor algum assunto ou tema há necessidade de se organizar, saber o que procurar e como enunciar questões que produzam respostas às questões. Qual a forma mais adequada para se colher os dados? Quais os tipos de instrumentos devem ser construídos? Quais devem ser as características das questões a serem formuladas? Como devem ser formuladas? Saber como produzir e organizar os dados e como fazer o tratamento desses dados, constitui-se um importante

valor formativo do nosso estudante. Atualmente a tecnologia contribui significativamente para a busca de dados, mas essa organização depende bastante da orientação do professor nessa etapa.

3. Levantamento do (s) problema(s).

Os dados coletados na pesquisa exploratória dão sustentação à etapa de levantamento do(s) problema(s) relativos ao tema. A função do professor na qualidade de mediador é de importância fundamental no trabalho com a Modelagem, pois esse é o momento em que se pode contribuir de forma significativa com o estudante no desenvolvimento de sua autonomia, bem como, na formação de um espírito crítico. Esta é a etapa em que se inicia a ação matemática, propriamente dita, pois é o início do levantamento dos problemas, como resultado da pesquisa exploratória. O desenvolvimento da capacidade de articular os dados e formular problemas provindos dos dados da pesquisa exploratória se constitui em valor formativo e atitudinal de incomparável significado educativo. Desenvolver no estudante a aptidão de levantar e propor problemas, advindos dos dados coletados, sob mediação do professor é, sem dúvida, um privilégio educativo. Portanto, é uma etapa, em que as ações e a qualidade dessas ações, por parte dos envolvidos, podem se constituir em diferencial educacional.

4. Resolução do(s) problema(s) e o trabalho com os conteúdos no contexto do tema

Esta etapa confere à Modelagem Matemática a oportunidade de se fazer uso de todo o ferramental matemático disponível. Na resolução de um problema ou de uma situação-problema, os conteúdos matemáticos ganham importância e significado. As operações, as propriedades e os diversos campos da Matemática que se fazem presentes nessa etapa, sem dúvida atribuem significados aos conteúdos matemáticos. Pode acontecer que, para a resolução de um problema, o conteúdo necessário, numa prática com Modelagem ainda não tenha sido trabalhado ou visto pelos estudantes, então é um momento importante para que o professor, na condição de mediador, favoreça ao estudante a construção desse conhecimento. Nessa ação pode valer-se das situações empíricas para os primeiros resultados e aproximações iniciais e mais tarde, ou mesmo, na sequência, desenvolver o conteúdo de forma analítica, com alguma formalização matemática. Além disso, para Burak (2010, p. 23) “outro aspecto positivo e significativo para o estudante é a perspectiva de resolução dos problemas, diferente da forma encontrada na maioria dos livros textos”.

Na Modelagem na concepção da Educação Matemática, a resolução de problemas ganha contornos e significados diferentes da maneira usual de se resolver problemas: 1) os problemas são elaborados a partir dos dados coletados em campo; 2) prioriza a ação do estudante na elaboração; 3) parte sempre de uma situação contextualizada; 4) favorece a criatividade; 5) confere maior significado ao conteúdo matemático usado na resolução; 6) favorece a tomada de decisão.

5. Análise Crítica da(s) Solução(ões)

Esta etapa da Modelagem é um momento muito rico e especial para analisar e discutir a(s) solução(ões) encontradas. É um momento em que se fazem as considerações e análises das hipóteses consideradas no levantamento dos problemas. Possibilita tanto o aprofundamento de aspectos matemáticos como dos aspectos não matemáticos, de forma natural, envolvidos no tema. Sob o aspecto da matemática, pode-se analisar a coerência e a consistência lógica da solução ou das soluções encontradas. É uma etapa em que se discute com o grupo ou grupos os cuidados com a linguagem, com as restrições que se fazem necessárias em muitas ocasiões. É também a etapa em que se fazem algumas justificativas ou procedimentos mais particulares ligados ao tema trabalhado. Além disso, é um momento propício para se mostrar e comentar as soluções empíricas e as mais formais, pois muitas vezes, na Educação Básica se parte do empírico para o formal. É oportuno mostrar a importância de alguma formalização, de justificar os procedimentos, enfim é um momento de interação entre os grupos, de trocas de ideias e de reflexões.

Além disso, tão relevante quanto trabalhar os aspectos matemáticos das situações, “os aspectos não matemáticos se revestem da mesma importância, pois consideramos que são formadores de valores e de atitudes que são permanentes, pois nessa fase de sua formação esses valores são desenvolvidos e incorporados.” (BURAK, 2010, p. 24). Destacamos que uma das características da Modelagem é a interdisciplinaridade, por isso os elementos não matemáticos também têm grande importância na etapa da análise crítica.

É nessa perspectiva da Modelagem na Educação Matemática que as produções das dissertações, artigos e capítulos de livros orientados por Burak veem sendo construídos. Assim, na sequência apresentaremos as dissertações produzidas no PPGEN, orientadas por Dionísio Burak e concluídas até o primeiro semestre de 2021.

3. DISSERTAÇÕES CONCLUÍDAS

As oito dissertações concluídas até o momento tiveram direcionamentos distintos, algumas tendo como foco modalidades da educação pouco atendidas no âmbito das produções acadêmicas. No Quadro 1 temos um resumo desses trabalhos, destacando a modalidade e o produto educacional, além de informações de identificação dos trabalhos:

Quadro 1 – Dissertações concluídas, orientadas por Dionísio Burak no PPGEN, até 2021.

Ano de ingresso	Nome do (a) mestrando (a)	Título do trabalho	Produto Educacional	Modalidade
2014	Daiana de Oliveira	Modelagem no ensino de matemática: um estudo de caso com estudantes cegos.	Um vídeo e um manual direcionados aos professores de Matemática da Educação Básica, que atuam com o ensino de matemática com estudantes cegos.	Educação Especial (estudantes cegos).
2015	Cibelli Batista Belo	Modelagem Matemática na Educação Infantil: contribuições para a formação da criança	Vídeo pedagógico sobre as experiências realizadas com a utilização da Modelagem Matemática.	Ensino Fundamental I
2015	Samuel Francisco Huf	Modelagem na Educação Matemática no 9º ano do Ensino Fundamental: uma perspectiva para o ensino e a aprendizagem.	Caderno de orientações e vídeo pedagógico, sobre as experiências realizadas com a utilização da Modelagem Matemática, direcionados aos professores que ensinam Matemática no Ensino Fundamental da Educação Básica.	Ensino Fundamental II
2016	Marcelo Fabrício Chociai Komar	A modelagem matemática no processo de ensino e aprendizagem da matemática no ensino fundamental: ações e interações	Vídeo de divulgação dos resultados da pesquisa a ser usado como material de apoio pedagógico ao professor que esteja disposto a adotar a Modelagem Matemática, na Educação Matemática, na sua prática educativa.	Ensino Fundamental II

Ano de ingresso	Nome do (a) mestrando (a)	Título do trabalho	Produto Educacional	Modalidade
2017	Katia da Costa Leite	Modelagem Matemática na Educação do Campo: tecendo novos caminhos	Material de apoio pedagógico direcionado aos professores da rede básica de ensino, contemplando os encaminhamentos dados durante as atividades de Modelagem.	Educação do Campo – Ensino Fundamental II
2018	Thaís Cristina Machoski	Modelagem Matemática na Educação Matemática: Uma perspectiva na Educação de Jovens e Adultos	Material de apoio pedagógico com foco nos professores do Ensino Médio, na modalidade EJA.	Educação de Jovens e Adultos (EJA).
2018	Cheila Miranda Tachevski	Modelagem na Educação Matemática: possibilidades para o ensino e aprendizagem da Matemática na Sala de Apoio à Aprendizagem	Material de apoio pedagógico destinado aos docentes e a comunidade acadêmica para práticas futuras com MM nas Salas de Apoio à Aprendizagem.	Sala de apoio a aprendizagem – Ensino Fundamental II.
2019	Maria Mazur	Modelagem na Educação Matemática: implicações na formação do ser e do saber	Site com Webquest voltado aos professores da Educação Básica.	Educação Básica.

Fonte: Autores (2021).

Conforme o Quadro 1, nos trabalhos de dissertação foram atendidas as seguintes modalidades: Educação Infantil, Ensino Fundamental, Educação Especial, Educação de Jovens e adultos (EJA); Educação do Campo e programas ofertados pelo Estado (Salas de Apoio a Aprendizagem – SAA).

A pesquisa de Oliveira (2016, p. 12), primeira dissertação orientada por Burak no PPGEN, teve como objetivo “conhecer e investigar o potencial metodológico da Modelagem Matemática para o ensino de Matemática para

estudantes do ensino fundamental com deficiência visual”. Para o desenvolvimento do trabalho, Oliveira (2016, p.12) desenvolveu e discutiu atividades adaptadas específicas para esses estudantes e com isso também pode “avaliar o potencial do material didático utilizado, para dar suporte concreto no processo de ensino e aprendizagem com alunos com deficiência visual”.

Essa foi uma pesquisa qualitativa, do tipo estudo de caso, que contou com a participação de dois estudantes com 13 anos de idade que frequentavam o 9º ano do Ensino Fundamental em escolas regulares e desenvolveram atividades adaptadas durante um bimestre no contraturno. (OLIVEIRA, 2016, p.12).

Segundo Oliveira (2016, p.12), sua pesquisa mostrou que a Modelagem Matemática apresenta potencial para se constituir em uma metodologia para o ensino de Matemática para os estudantes com deficiência visual, “pois favorece uma dinâmica distinta das aulas mais usuais, bem como, permite a participação e interlocução entre pesquisadora e participantes e, ainda, possibilita o valor educativo das discussões das atividades desenvolvidas”. Outro resultado constatado nesse trabalho é a ruptura com a visão linear e disciplinar do currículo.

A dissertação de Belo (2016, p.10) “aborda atividades de Modelagem Matemática na Educação Matemática desenvolvidas na Educação Infantil no âmbito da Educação Básica”. A pesquisadora trabalhou com uma turma de Pré I (crianças de 4 a 5 anos) da Educação Infantil, buscando avaliar, “a partir das manifestações das crianças, as diferentes atividades com Modelagem Matemática”, examinando se a aprendizagem ocorre por meio dessa metodologia e investigando, “as contribuições e os desafios encontrados em relação ao desenvolvimento da Modelagem Matemática na turma de Pré I” (BELO, 2016, p.10).

De acordo com Belo (2016, p.68), quando utilizada como metodologia de ensino na Educação Infantil, a Modelagem Matemática “deve passar por ajustes nas suas etapas, pois nessa fase da Educação Básica devemos levar em conta a faixa etária das crianças e a ausência da escrita.”

Segundo Belo (2016, p. 33), nessa etapa “essa metodologia pode se apresentar a partir de atividades lúdicas, como brincadeiras, histórias infantis, jogos e outras de interesse das crianças”. Por estar pautada no interesse, a atividade cria “o aspecto afetivo e potencializador da aprendizagem pelo diálogo e pela preocupação com o ser do educando” (BELO, 2016, p.109), além de favorecer a interdisciplinaridade.

O trabalho de Belo (2016, p.112) evidenciou que, além das aprendizagens matemáticas, “a Modelagem Matemática contribui com a formação cognitiva, social e emocional da criança”.

Em sua dissertação, Huf (2016, p. 13) “apresenta aspectos relacionados ao desenvolvimento de atividades de Modelagem Matemática na Educação Matemática, no âmbito do Ensino Fundamental, mais precisamente em uma turma do 9º ano”. O pesquisador realizou atividades com Modelagem Matemática seguindo os pressupostos de Burak com o objetivo de “apontar as implicações pedagógicas e científicas” decorrentes da adoção dessa perspectiva metodológica.

Para Huf (2016, p.13), os resultados da pesquisa “apontam diferença considerável entre a prática educativa utilizando a Modelagem e a prática usual de um ensino centrado em memorização, problemas de livro texto e situações fictícias”. Além disso, o autor considera que o professor melhora a qualidade do ensino “quando sai da zona de conforto” e isso “tem consequências diretas na aprendizagem de matemática e na formação de um estudante mais crítico e mais preparado para os desafios do presente século.” (HUF, 2016, p.13).

O trabalho de Komar (2017, p.12) “apresenta aspectos da Modelagem Matemática na Educação Matemática, capazes de constituir-se em alternativa para os processos de ensino e aprendizagem da Matemática no âmbito do Ensino Fundamental da Educação Básica”. O pesquisador analisou “aspectos pedagógicos, psicológicos e comportamentais percebidos nos estudantes quando envolvidos nas atividades de Modelagem Matemática” e examinou “em que medida a atitude do professor favorece a aprendizagem envolvendo a Modelagem Matemática.” (KOMAR, 2017, p.15).

A partir de práticas desenvolvidas com estudantes do 9º Ano do Ensino Fundamental, com os subtemas reciclagem, decomposição de materiais na natureza e fast food, sua pesquisa pode concluir que:

A Modelagem Matemática, na perspectiva assumida oportuniza a capacidade de desenvolvimento da autonomia decorrentes da ação de pensar, refletir, buscar dados, levantar e encontrar solução para os problemas proporcionados pela coleta de dados, em relação ao tema escolhido (KOMAR, 2017, p.12).

O trabalho de Leite (2018, p.14) também trata da Modelagem Matemática (MM) na Educação Matemática e “investiga a sua possibilidade/potencialidade(s) enquanto alternativa para o processo de ensino e aprendizagem da Matemática no âmbito das escolas do campo”.

A pesquisadora descreve detalhadamente algumas práticas com MM com os temas “reciclagem de lixo” e “produção de peixe”, desenvolvidas com estudantes do Ensino Fundamental II de uma escola do campo, e partir disso conclui que a Modelagem Matemática “oportuniza aos educandos serem autores do próprio conhecimento e também permite que investiguem problemas/situações reais por eles vivenciados, de modo a incentivá-los a buscar alternativas e propor soluções” (LEITE, 2018, p.14).

Além disso, em seu trabalho foi possível perceber que a MM favorece “a valorização dos educandos, de sua realidade, de sua história e de suas lutas, bem como a aprendizagem de conteúdos matemáticos em um contexto interdisciplinar por meio de ações que dão ênfase ao pensamento crítico e reflexivo” (LEITE, 2018, p.14).

Domingos (2019), em sua dissertação, investigou a Modelagem na Educação Matemática quando utilizada como metodologia de ensino na Educação de Jovens e Adultos. A pesquisadora teve como objetivos “examinar as contribuições da Modelagem Matemática enquanto metodologia para sala de aula, na Modalidade de EJA – Ensino Médio, [...] e disseminar por meio de material didático as práticas vividas pelos estudantes da EJA” (DOMINGOS, 2019, p. 13).

A EJA, segundo Domingos (2019, p. 19), “representa um aspecto histórico no qual muitos desafios se constituíram diante de políticas públicas, tornando-se um processo fortemente marcado pela exclusão.” Para a autora, essa exclusão é “decorrente de diversos problemas relacionados com as desigualdades socioeconômicas, políticas e culturais” (DOMINGOS, 2019, p. 19).

Os estudantes EJA tem um perfil diferente do estudante inserido no ensino regular, geralmente são trabalhadores, com idade mais avançada, que voltam a estudar para ter uma qualificação para um trabalho melhor. Além disso, eles “muitas vezes necessitam de grandes motivações para continuar os estudos, pois apresentam baixa autoestima e isso pode interferir no seu aprendizado” (DOMINGOS, 2019, p. 26).

A pesquisa de Domingos (2019, p. 13) revelou que as práticas com Modelagem Matemática foram significativas por oportunizar ao estudante ser protagonista na construção de seu próprio conhecimento, “auxiliando na formação de um ser mais crítico, reflexivo e com autonomia para a tomada de decisões”. Além disso, as práticas se mostraram capazes “de promover aulas muito mais dinâmicas e enriquecedoras, contribuindo para que o professor seja mediador durante todo o seu processo e possa repensar sua prática pedagógica” (DOMINGOS, 2019, p. 13).

A dissertação de Tachevski (2020, p. 10) investigou possíveis contribuições da Modelagem na Educação Matemática para o processo de ensino e aprendizagem de estudantes que frequentavam a Sala de Apoio à Aprendizagem. Segundo a autora, as Salas de Apoio à Aprendizagem de Matemática (SAAM), fazem parte de um programa da Secretaria de Educação do Estado do Paraná e têm como objetivo “uma ação pedagógica de enfrentamento e superação dos percalços de aprendizagem de Língua Portuguesa e de Matemática, anos finais (6º e 7º anos), no que se refere aos conteúdos básicos dessas disciplinas” (PARANÁ, 2017, p. 1 *apud* TACHEVSKI, 2020, p.12).

A pesquisa foi realizada com os seguintes objetivos:

“[...]analisar questões comportamentais, interativas e de aprendizagens constatadas nos estudantes envolvidos nas práticas com de Modelagem Matemática; examinar a evolução do interesse e do desempenho dos participantes diante das práticas com Modelagem Matemática, compreender como a realização de práticas com Modelagem Matemática interfere na prática docente e disseminar os resultados obtidos na investigação relativos à adoção da Modelagem nas Salas de Apoio à Aprendizagem” (TACHEVSKI, 2020, p.10).

O trabalho de Tachevski (2020, p. 10) indica resultados positivos no uso da Modelagem Matemática na perspectiva adotada, pois possibilitou aos estudantes “uma maior participação nas aulas e envolvimento com as atividades desenvolvidas ao longo dos encontros, maior comprometimento com a própria aprendizagem e aumento notável de responsabilidade quanto as solicitações feitas pelo professor de Matemática”. Além das aprendizagens dos conteúdos matemáticos, os estudantes da SAAM tiveram contato com a arte, a cultura, a informática e a cidadania.

A dissertação de Mazur (2021, p.14) teve como objetivo “investigar e analisar que contribuições, a partir das práticas com Modelagem na Educação Matemática, se mostram em relação ao ser e aos saberes dos estudantes do Ensino Médio”. A pesquisadora desenvolveu práticas com Modelagem com estudantes do Ensino Médio, trouxe relatos detalhados sobre elas no seu trabalho e pode observar que pelo trabalho com temas de interesse dos seus estudantes, “atribuindo o conhecimento já adquirido, suas experiências, seus anseios, suas impressões, sua bagagem cultural, eles se sentiram mais valorizados no processo de ensino e aprendizagem.” (MAZUR, 2021, p. 122).

Algumas características comuns aos trabalhos se referem aos procedimentos metodológicos, em especial à produção e análise de dados.

As oito dissertações apresentam os resultados de pesquisas qualitativas com os dados produzidos em práticas com Modelagem Matemática vividas pelos pesquisadores.

Na investigação qualitativa, segundo Huf (2016, p. 48) *apud* Bogdan e Biklen, (1994) “o ambiente natural é fonte direta para a coleta dos dados, que podem ser recolhidos das mais variadas formas, tais como palavras, imagens, produções escritas, vídeos e áudios, com o objetivo de analisá-las em toda sua riqueza, respeitando a forma como foram registrados”.

Outro ponto comum aos trabalhos é o detalhamento das descrições das atividades vivenciadas pelos pesquisadores, de forma que os trabalhos se tornam uma importante contribuição para professores e pesquisadores que buscam compreender diferentes aspectos da Modelagem Matemática na prática. As atividades descritas dialogam de maneira cíclica com a teoria, uma reforçando e validando a outra, evidenciando uma importante articulação entre teoria e prática.

Essa articulação permanente entre aspectos teóricos e práticos é uma característica e uma preocupação constante nos trabalhos produzidos e orientados por Burak, que mantém válidos os pressupostos da Modelagem Matemática, assim como atualizam a teoria a partir das práticas.

No seu trabalho, Huf (2016, p.117) revela que para desenvolver suas práticas realizou várias leituras sobre a metodologia da Modelagem Matemática na Educação Matemática (MEM), entretanto percebeu que esse conhecimento teórico não é suficiente e durante o caminho compreendeu que “somente se aprende fazer modelagem fazendo-a”. Desse modo, reforçamos a importância do relato detalhado das atividades nos trabalhos, principalmente pela contribuição dessas descrições para os próprios autores, que se mostram capazes de reflexões mais profundas por terem realmente vivenciado experiências com a MEM.

As descrições das práticas auxiliam aqueles que pretendem iniciar atividades com MEM por apresentarem caminhos percorridos, mas também são importantes para aqueles que já vivenciam a metodologia pela possibilidade de diálogo e de percepção sobre outras possibilidades de práticas.

Desse modo, percebemos que é essencial estudar aspectos teóricos e de vivenciar práticas com MEM para a formação permanente do professor, nas palavras de Huf (2016, p.117):

Se o professor insistir em realizar uma prática utilizando a modelagem e não tiver um preparo adequado sob o ponto de vista das teorias da aprendizagem, de uma epistemologia do conhecimento, de processos de ensino com vistas à aprendizagem, continuar-se-á, ainda por muitos anos, somente vendo a modelagem matemática como uma tendência, mas ela não será incorporada de fato na prática docente.

Sobre os produtos educacionais, as pesquisas apresentadas nas dissertações originaram materiais de apoio pedagógico (cadernos ou vídeos) direcionados à professores da Educação Básica ligadas às áreas contempladas pela pesquisa. Ainda não foi possível dimensionar o uso efetivo desses produtos, mas todos estão disponíveis na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações Universidade Estadual do Centro-Oeste.

As dissertações aqui apresentadas mostram algumas possibilidades de trabalho com MEM, mas não esgotam as oportunidades de práticas e pesquisas, principalmente no que se refere aos produtos educacionais que ainda podem ser desenvolvidos. Desse modo, seguimos apresentando algumas possibilidades de trabalhos futuros e outras potencialidades de investigação que podemos vislumbrar dos trabalhos apresentados.

4. REFLEXÕES SOBRE TRABALHOS FUTUROS

As dissertações defendidas até o momento revelaram resultados promissores e com isso podemos apontar alguns caminhos que se abrem a partir destes trabalhos.

A pesquisa de Oliveira (2016) nos traz a constatação da necessidade de estudos mais aprofundados dos materiais existentes adaptados para o ensino de estudantes cegos na Educação Básica. Além disso, nos instiga sobre as possibilidades no desenvolvimento de práticas com Modelagem com estudantes com diferentes necessidades específicas e outros públicos da Educação Especial, uma vez que essa metodologia se mostrou significativa para o trabalho com a diversidade e a inclusão.

A dissertação de Belo (2016) explicita a necessidade de aprofundar investigações sobre o ensino de Matemática na Educação Infantil, assim, como uma perspectiva de continuidade, o trabalho aponta a necessidade de realização de mais ações com as crianças nesse nível da Educação, de forma a criar uma massa crítica para discutir as implicações de uma metodologia mais dinâmica em que a criança seja protagonista de suas aprendizagens.

Ao investigar sobre a Modelagem Matemática nas escolas do campo, Leite (2018) nos deixa em vista possibilidades de desenvolver

práticas com essa metodologia em outros contextos escolares, tal como comunidades indígenas ou quilombolas por exemplo, pela contribuição valiosa dessas práticas com o fortalecimento de diferentes identidades sociais e culturais.

O trabalho de Domingos (2019) com a EJA no Ensino Médio mostrou resultados muito significativos que nos levam a pensar sobre as possíveis contribuições da Modelagem para estudante da EJA no Ensino Fundamental e com outros grupos marcados, de diferentes formas, pela exclusão.

Tachevski (2020), ao investigar a Sala de Apoio, nos permite vislumbrar possibilidades de práticas em outros espaços que trabalham com estudantes com reconhecida dificuldade com a matemática, como Salas de Recursos ou turmas de repetentes, por exemplo.

O trabalho de Mazur (2021) suscitou curiosidade, e possibilidade investigativa, sobre o uso dos produtos educacionais produzidos nas muitas dissertações defendidas no PPGEN. Vários produtos produzidos pelos orientados de Burak, por exemplo, são voltados à formação docente (inicial ou continuada) para o trabalho com Modelagem Matemática, mas após a finalização da dissertação nem sempre temos a possibilidade de observar como esses materiais foram utilizados.

Além daquilo que percebemos diretamente dos trabalhos, é importante destacar as possibilidades de investigação da Modelagem Matemática no atual contexto educacional, ligado ao ensino híbrido ou totalmente remoto.

Com esses apontamos, esperamos fomentar novos trabalhos na área da Modelagem Matemática, por percebemos as valiosas contribuições dessa metodologia na formação de sujeitos críticos e capazes de lidar com os desafios da atualidade e do futuro.

REFERÊNCIAS

BELO, C. B. **Modelagem matemática na educação infantil**: contribuições para a formação da criança. 2016. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Universidade Estadual do Centro-oeste, Guarapuava, 2016. Disponível em: <http://tede.unicentro.br:8080/jspui/bitstream/tede/546/2/Cibelli%20Batista%20Belo.pdf> Acesso em: 13 mai. 2021.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação – uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.

BURAK, D. **Modelagem matemática: ações e interações no processo de ensino e aprendizagem**. Tese (Doutorado Educacional). Faculdade de Educação. Universidade de Campinas – Unicamp. Campinas, 1992.

BURAK, D. Modelagem Matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula. **Revista de Modelagem Na Educação Matemática**, Blumenau, v. 1, n. 1, p.10-27, 2010.

DEWEY, J. **Vida e educação**. Tradução Anísio Teixeira. 6. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1967.

DOMINGOS, T. C. M. **Modelagem matemática na educação matemática: uma perspectiva na educação de jovens e adultos**. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. Guarapuava, 2019. Disponível em <http://tede.unicentro.br:8080/jspui/bitstream/jspui/1463/2/DISSERTA%20c3%87%c3%83O%20THA%20c3%8dSA%20CRISTINA%20MACHOSKI.pdf> Acesso em: 14 de mai. de 2021.

GADOTTI, M. **História das ideias pedagógicas**. 8. ed. São Paulo: Ática, 2002

HIGGINSON, W. **On the Foundations of Mathematics Education**. Texto mimeografado, 1980.

HUF, S. F. **Modelagem na Educação Matemática no 9º ano do Ensino Fundamental: uma perspectiva para o ensino e a aprendizagem**. 2016, 417 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava-PR, 2016. Disponível em: <https://docplayer.com.br/58103982-Modelagem-na-educacao-matematica-no-9o-ano-do-ensino-fundamental-uma-perspectiva-para-o-ensino-e-a-aprendizagem.html> Acesso em: 13 mai. 2021.

KOMAR, M. F. C. **A modelagem matemática no processo de ensino e aprendizagem da matemática no ensino fundamental: ações e interações**. 2017, 128 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava-PR, 2017. Disponível em: <https://www3.unicentro.br/ppgen/wp-content/uploads/sites/28/2018/01/A-Modelagem-Matem%C3%A1tica-no-Processo-de-Ensino-e-Aprendizagem-da-Matem%C3%A1tica-no-Ensino-Fundamental-A%C3%A7%C3%B5es-e-Intera%C3%A7%C3%B5es.pdf> Acesso em: 12 de mai. de 2021.

- LEITE, K. da C. **Modelagem Matemática na Educação do Campo: tecendo novos caminhos.** 2018, 219 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava-PR, 2018. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/dissertacoes_teses/2019/mar2019dissertacao_katia_leite.pdf Acesso em: 12 de mai. de 2021.
- MAZUR, M. **Modelagem na Educação Matemática: implicações na formação do ser e do saber.** Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, área de concentração em Ensino e Aprendizagem de Ciências Naturais e Matemática. Guarapuava: 2021. Disponível em: <http://tede.unicentro.br:8080/jspui/handle/jspui/1712> Acesso em 28 de out. de 2021.
- MESQUITA, R.; DUARTE, F. **Dicionário de psicologia.** Lisboa: Plátano Editora, S. A, 1996.
- MORANDI, F. **Introdução à pedagogia.** São Paulo: Ática, 2008.
- MORIN, E. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014
- OLIVEIRA, D. **Modelagem no ensino de matemática: um estudo de caso com estudantes cegos.** 2016, 106 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava-PR, 2016. Disponível em: http://www2.unicentro.br/ppgen/files/2016/07/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Daiana.pdf Acesso em: 13 mai. 2021.
- RIUS, E. B. La educación matemática: Una reflexión sobre su naturaliza y sobre su metodologia. **Educación Matemática**, México, v. 1, n. 2 e 3. ago./dez. 1989.
- TACHEVSKI, C. M. **Modelagem na Educação Matemática: possibilidades para o ensino e aprendizagem da Matemática na Sala de Apoio a Aprendizagem.** 2020, 116 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava-PR, 2020. Disponível em: <http://tede.unicentro.br:8080/jspui/handle/jspui/1454>. Acesso em: 14 de mai. de 2021.
- TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**, 1º edição, São Paulo, Atlas. 2011.

O ENSINO SOBRE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS E DEFESA VEGETAL NA LICENCIATURA DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Ynaiara Kristhine Stopa da Cruz
Daniele Conde Peres Resende
Rodrigo de Souza Poletto

INTRODUÇÃO

Os conteúdos de botânica são vistos muitas vezes como desestimulantes, por possuírem vocabulários e termos latinos, bem como termos técnicos. Além disso, são encontrados poucos trabalhos e propostas de ensino sobre conteúdos de Botânica, assim como poucos estudos e pesquisas desenvolvidas no ensino que apresentam discussões sobre a didática relacionadas a essa disciplina.

Em pesquisa realizada por Machado, Poletto e Alves (2019), os autores investigaram como a Botânica vem sendo trabalhada no Ensino Superior, por meio de uma revisão sistemática de literatura em três bases de dados: nos portais CAPES, IBICT e nas principais revistas da área de Ensino de Ciências, em língua portuguesa e espanhola, com qualis A1, A2 e B1, no período de 2007 a 2017. De acordo com os resultados, de um total de 6.104 trabalhos analisados, apenas 13 trabalhos possuíam enfoque no Ensino Superior. Assim, o ensino de Botânica apresenta um campo favorável às pesquisas que desenvolvem estratégias de ensino para essa modalidade de ensino.

Nesse sentido, percebemos a necessidade de desenvolver um produto educacional sobre metabólitos secundários e defesa vegetal, que é um conteúdo relevante para área de Biologia, no Ensino Superior. A pesquisa que resultou neste produto, e que apresentaremos neste capítulo, teve como objetivo geral elaborar e implementar uma sequência didática, a fim de auxiliar o processo de ensino e aprendizagem desse conteúdo na formação inicial de professores.

Segundo Nóvoa (1995, p. 25), “[...] A formação deve estimular uma perspectiva crítica-reflexiva, que forneça aos professores os meios de um pensamento autônomo, e que facilite as dinâmicas de auto-formação participada”. Nessa perspectiva, Almeida e Pimenta (2014) destacam que o professor universitário necessita atuar de forma reflexiva, crítica e competente no âmbito de sua disciplina, evidenciando seu sentido, seu significado e sua contribuição no percurso formativo dos estudantes, e no

projeto político-pedagógico dos cursos, experienciado no cotidiano do ensino e da pesquisa.

Para Pimenta (2012) a mobilização dos “saberes docentes” é um importante passo para mediar o processo de construção profissional dos professores. Tais saberes são constituídos por três categorias: os saberes da experiência; os saberes do conhecimento, referentes à formação específica; e os saberes pedagógicos, entendidos como os que viabilizam a ação do “ensinar”.

O saber docente é um saber plural, constituído pela fusão dos saberes da formação profissional, os saberes disciplinares, os saberes curriculares e os saberes experienciais, que formam um reservatório do qual o professor se abastece para lidar com as exigências da profissão (GAUTHIER *et al.* 2013; TARDIF, 2014).

O material didático tem como aportes teóricos o referencial de formação de professores (PIMENTA, 2012; GAUTHIER *et al.* 2013; TARDIF, 2014) e a sequência didática está fundamentada em Zabala (1998). A implementação ocorreu em uma universidade estadual do norte do Paraná, para vinte e seis licenciandos do quarto ano do curso de Ciências Biológicas, na disciplina de Fisiologia Vegetal. A seguir, expomos a estrutura integral e descrevemos os detalhes de elaboração da sequência.

2. SEQUÊNCIA DIDÁTICA: ELABORAÇÃO E APRESENTAÇÃO ESTRUTURAL

No desenvolvimento da sequência didática que será apresentada, destacamos que ela foi organizada de maneira a ser trabalhada a compreensão prévia dos estudantes, para assim introduzir o conteúdo da temática. Desse modo, abordamos a diferença entre metabólitos primários e secundários por meio da modalidade didática aula expositiva-dialogada, a fim de proporcionar a todos os estudantes as mesmas condições para compreensão de conceitos previamente solicitados para o ensino do conteúdo de metabólitos secundários e defesa vegetal.

Assim sendo, utilizamos diferentes modalidades didáticas e diversos instrumentos avaliativos na sequência didática, com o objetivo de contribuir para a aprendizagem dos conteúdos de metabólitos secundários e defesa vegetal dos estudantes, fato que possibilitou a reflexão crítica com cada tipologia dos conteúdos expostos a eles.

No decorrer da sequência didática, foram propostas nove atividades avaliativas, sendo uma avaliação diagnóstica inicial, sete formativas e uma

final. Salientamos que o professor, ao fazer uso da nossa sequência didática, poderá utilizar as atividades avaliativas que forem mais adequadas para aplicar em sala de aula ou adaptá-las de acordo com seu contexto de ensino.

Na elaboração das atividades avaliativas, optamos por variá-las. Para a análise de dados desta pesquisa, optamos por escolher as avaliações diagnóstica inicial e a final. Propomos, também, a realização de um relatório referente à aula prática e cinco sínteses avaliativas, que seria a elaboração de um resumo do que se compreendeu em cada aula. A síntese avaliativa, segundo Barbosa (2017, p. 82), tem como objetivo “fazer com que os alunos revelem suas facilidades, dificuldades e que o façam refletir a respeito do encontro realizado, se foi produtivo, o que chamou mais atenção e o que pode ser melhorado”, além de auxiliar o professor a adequar as atividades para um próximo encontro. Elaboramos também uma situação problema, com a finalidade de promover a reflexão crítica no estudante.

Cada avaliação foi mencionada nos encontros da sequência didática adaptada, e foram codificadas apenas no intuito de organização ao longo da sequência e para melhor compreensão na análise dos dados.

A sequência didática elaborada por nós, e adaptada do princípio proposto por Zabala (1998), tem como objetivo contribuir e auxiliar o processo de ensino dos conteúdos de metabólitos secundários e defesa vegetal. A sequência foi aplicada em sete encontros, que totalizam 13 horas/aula; as atividades propostas têm por finalidade atender a pluralidade dos estudantes que integram a sala de aula. Para tal, a seguir, apresentamos a estrutura geral de nossa sequência didática (Quadro 1).

Quadro 1. Quadro geral dos encontros da sequência didática elaborada e adaptada de Zabala (1998).

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Participantes: estudantes do quarto ano de um curso de Ciências Biológicas de uma universidade estadual localizada na região norte do estado do Paraná;• Objetivos: conceituar os conteúdos específicos de metabolismo secundário e defesa vegetal e os processos relacionados, para auxiliar os estudantes na compreensão dos conteúdos, sua relevância no meio ambiente, na sua prática em sala de aula e no desenvolvimento de práticas laboratoriais, contribuindo assim para o processo de formação inicial de professores.• Duração horas/aula (estimativa): catorze horas/aula, estruturadas em sete encontros;• Recursos: quadro de giz, kit multimídia (<i>datashow</i> e <i>notebook</i>), laboratório, vidrarias de laboratório, papel sulfite, lápis, caneta, borracha e modelo didático pedagógico. <p>Total de encontros: sete encontros, com aproximadamente duas horas/aula cada.</p> |
|--|

Aulas (h/a)	Estratégia de Ensino	Objetivos	Atividades Avaliativas Propostas	
			Modalidade	Instrumento Avaliativo
Aula 1 1 h/a	Atividade Diagnóstica Inicial.	Investigar os conhecimentos dos alunos a respeito dos conteúdos necessários, para a introdução da temática e de conteúdos prévios de metabólitos secundários e defesa vegetal, a fim de orientar a estratégia de ensino do professor, de forma a contribuir com a aprendizagem do estudante.	Avaliação diagnóstica (A1)	Questionário Inicial
Aula 2 2 h/a	Nivelamento: Abordagem dos conteúdos como pré-requisito para o conteúdo de metabolismo secundário e defesa vegetal.	Apresentar, de modo geral, conceitos e definições a respeito dos conteúdos pré-requisitados, a fim de auxiliar os estudantes na compreensão da temática a ser introduzida.	Avaliação formativa (A2)	Síntese Avaliativa
Aula 3 2 h/a	Metabólitos secundários e terpenos.	Apresentar os conhecimentos científicos a respeito metabólitos secundários e terpenos, com intuito que os estudantes conheçam e compreendam tais conteúdos.	Avaliação formativa (A3)	Síntese Avaliativa
Aula 4 2 h/a	Aula Prática: Alelopatia.	Aprendizagem dos conteúdos de Botânica exige atividades práticas que permitam aos alunos vivenciar os conteúdos teóricos previamente trabalhados de forma contextualizada (KRASILCHIK, 2004).	Atividade formativa (A4) Atividade formativa (A5)	Síntese Avaliativa Relatório Aula Prática
Aula 5 2 h/a	Observação e análise dos resultados do experimento sobre alelopatia.	Contribuir no processo de construção de conhecimento sobre efeitos alelopáticos.	Atividade formativa (A6)	Síntese Avaliativa
Aula 6 2 h/a	Compostos fenólicos, compostos nitrogenados e defesas vegetais; Resolução de uma situação problema (A7).	Auxiliar no processo de construção de conhecimento sobre compostos fenólicos, compostos nitrogenados e defesa vegetal. Analisar a associação do conhecimento científico pelos estudantes por meio de uma situação problema.	Atividade formativa (A7) Atividade formativa (A8)	Atividade Resolução de Problemas Síntese Avaliativa

Aulas (h/a)	Estratégia de Ensino	Objetivos	Atividades Avaliativas Propostas	
			Modalidade	Instrumento Avaliativo
Aula 7 2 h/a	Atividade Avaliativa Final.	Analisar de que forma o conhecimento científico vem sendo incorporado pelos estudantes.	Atividade avaliativa final (A9)	Questionário final

Fonte: Autores (2020).

A seguir, apresentamos cada um dos encontros¹ detalhados e suas respectivas atividades, como proposta para o ensino de metabólitos secundários e defesa vegetal para estudantes do quarto ano do curso de Ciências Biológicas.

3. SEQUÊNCIA DIDÁTICA DETALHADA POR AULA

Quadro 2. Sequência didática: descrição da abordagem a ser realizada na aula 1.

Atividade Diagnóstica Inicial	
Duração	1 h/a
Objetivo	- Investigar os conhecimentos dos alunos a respeito dos conteúdos necessários para introdução à temática e de conteúdos prévios de metabólitos secundários, a fim de orientar a estratégia de ensino do professor de maneira a contribuir com a aprendizagem do estudante.
Modalidade didática	- Aula expositiva-dialogada
Estratégia de ensino	- Aplicação de uma avaliação diagnóstica por meio de questionário, para investigar conceitos referentes à Metabólitos Secundários e Defesa Vegetal.
Justificativa	- Orientar a estratégia de ensino do professor de forma mais adequada às características apresentadas pelos estudantes (HADJI, 1993; SANT'ANNA, 2014)
Avaliação	- A avaliação será na modalidade diagnóstica, por meio de questionário (A1).
Recursos Didáticos	- Kit multimídia, Quadro de giz, giz, papéis, canetas.

Fonte: Autores (2020).

¹ Para maiores detalhes e compreensão a respeito da produção técnica educacional - sequência didática- o leitor poderá acessar: <https://educapes.capes.gov.br/handle/capes/581843>. E para detalhes de toda pesquisa, desde aporte teórico, sistematização e aplicação da sequência didática e análise dos dados, o leitor poderá acessar: <https://www.uemp.edu.br/mestrado-ensino-dissertacoes>.

Iniciamos a aula explicando aos estudantes o que é uma sequência didática e sobre as estratégias de ensino que seriam utilizadas para auxiliar no processo de ensino e de aprendizagem do conteúdo, sem falar do conteúdo que seria abordado. Em seguida, aplicamos a avaliação diagnóstica, por meio do instrumento avaliativo questionário, contendo questões abertas para investigar o conhecimento que os estudantes apresentavam a respeito dos conceitos considerados pré-requisitos e sobre os saberes prévios acerca dos conteúdos de metabólitos secundários e defesas vegetais.

Quadro 3. Sequência didática: descrição da abordagem a ser realizada na aula 2.

Nivelamento	
Duração	2 h/a
Objetivo	- Apresentar, de modo geral, conceitos e definições a respeito dos conteúdos pré-requisitados a fim de auxiliar os estudantes na compreensão da temática a ser introduzida.
Modalidade didática	- Aula expositiva-dialogada
Estratégia de ensino	- Abordar a diferença entre metabólitos primários e secundários por meio da modalidade didática aula expositiva-dialogada, a partir da apresentação em PowerPoint.
Justificativa	- Proporcionar a todos os estudantes as mesmas condições para compreensão de conceitos previamente solicitados para o ensino do conteúdo de metabólitos secundários e defesa vegetal.
Avaliação	- A avaliação será na modalidade formativa por meio de uma síntese avaliativa (A2).
Recursos Didáticos	- Kit multimídia, quadro de giz, giz.

Fonte: Autores (2020).

Na aula 2, foi realizamos uma abordagem de nivelamento referente a conceitos que requerem a compreensão prévia dos estudantes, para assim introduzir o conteúdo da temática. Desse modo, abordamos, em síntese, os conteúdos de diferença entre metabólitos primários e secundários e demais conteúdos que surgirem na avaliação diagnóstica. Metabólitos primários são os processos vitais das plantas, para ela se desenvolver, sobreviver e reproduzir, e estão associados aos processos da fotossíntese. Para auxiliar no entendimento do processo de fotossíntese, passamos para os estudantes assistirem um vídeo intitulado, Fotossíntese - dublado (SAVIGNON, 2018), que mostra e explica todo processo fotossintético. O vídeo está disponível na

plataforma Youtube, no site <https://www.youtube.com/watch?v=5rgXdRY4Ekk&t=1s>. Explicamos brevemente o que são compostos secundários e suas principais características gerais, e, em seguida, foi aplicada a síntese avaliativa.

Quadro 4. Sequência didática: descrição da abordagem a ser realizada na aula 3.

Contextualização acerca do conhecimento de Metabólitos Secundários e Terpenos	
Tema e subtemas	Tema: Metabólitos Secundários e Defesa Vegetal Subtemas: - Metabólitos secundários - Terpenos
Duração	2 h/a
Objetivo	- Abordagem dos conceitos gerais de metabólitos secundários e terpenos, por meio da modalidade didática aula expositiva-dialogada, a partir da apresentação em PowerPoint.
Modalidade didática	- Aula expositiva-dialogada
Estratégia de ensino	- Feedback da aula anterior; - Abordagem dos conceitos geral de metabólicos secundários e terpenos.
Justificativa	- Auxiliar no processo de construção de conhecimento sobre os conceitos de metabólitos secundários.
Avaliação	- Avaliação formativa, síntese avaliativa (A3).
Recursos Didáticos	- Kit multimídia; modelo didático; quadro de giz; giz.

Fonte: Autores (2020).

Iniciamos a aula com o *feedback* da aula anterior; logo após, expomos os conhecimentos sobre metabólitos secundários e terpenos. E ao final da aula, aplicamos a síntese avaliativa com intuito de analisar o que os alunos conseguiram compreender sobre o conteúdo.

Quadro 5. Sequência didática: descrição da abordagem a ser realizada na aula 4.

Aula Prática: Alelopatia	
Tema e subtemas	Tema: Metabólitos Secundários e Defesa Vegetal Subtemas: - Metabólitos secundários: Efeitos Alelopáticos.
Duração	2 h/a
Objetivo	- Desenvolver uma prática a respeito da alelopatia com a participação dos estudantes. - Apresentar os conhecimentos científicos a respeito da alelopatia.
Modalidade didática	- Prática
Estratégia de ensino	- Aula prática laboratório - Montagem de experimento sobre efeito alelopático em sementes de pepino e capim aruana.
Justificativa	- Aprendizagem dos conteúdos de Botânica exige atividades práticas que permitam aos alunos vivenciar os conteúdos teóricos previamente trabalhados de forma contextualizada (KRASILCHIK, 2004).
Avaliação	A avaliação será na modalidade formativa, por meio de uma síntese avaliativa (A4) e relatório da aula prática.
Recursos Didáticos	Extrato de <i>Mimosa ramosissima</i> (dormideira), Sementes de Pepino (<i>Cucumis sativus</i> L.) e <i>Megathyrus maximus</i> (Capim aruana); Kit multimídia; quadro de giz; giz; placas de Petri; água, papel filtro, pipetas de vidro; Becker; pinças; provetas, câmara de germinação.

Fonte: Os autores (2020).

A aula foi desenvolvida no laboratório da instituição de ensino com a montagem de experimento sobre alelopatia, utilizando sementes de Pepino (*Cucumis sativus* L.), *Megathyrus maximus* (Capim aruana) e extrato de folhas de *Mimosa ramosissima*, que possui efeito alelopático. A alelopatia é definida como interferência positiva ou negativa dos compostos do metabolismo secundário produzidos por uma planta, os aleloquímicos, que podem agir estimulando a germinação e desenvolvimento de outras plantas ou inibindo (FERREIRA; BORGHETTI, 2004).

Essa prática teve como objetivo avaliar o efeito alelopático exercido pelo extrato aquoso de *Mimosa ramosissima* sobre (dormideira) na germinação das sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de *Cucumis sativus* (pepino) e *Megathyrus maximus* (capim aruana). Ao final, os estudantes responderam a síntese avaliativa, e pedimos para montarem um relatório da aula prática com introdução, procedimentos metodológicos, conteúdo desenvolvido, e estimulamos os estudantes a pesquisarem sobre os efeitos alelopáticos para aula posterior.

Quadro 6. Sequência didática: descrição da abordagem a ser realizada na aula 5.

Resultados aula prática: Efeitos Alelopáticos	
Tema e subtemas	Tema: Metabólitos Secundários e Defesa Vegetal Subtemas: - Observação e análise dos resultados do experimento sobre potencial alelopático.
Duração	2 h/a
Objetivo	- Analisar os resultados dos experimentos montados na aula anterior.
Modalidade didática	- Prática
Estratégia de ensino	- Feedback da aula anterior; - Análise dos resultados do experimento sobre efeitos alelopáticos;
Justificativa	- Auxiliar no processo de construção de conhecimento sobre efeitos alelopáticos.
Avaliação	Avaliação formativa, por meio de uma síntese avaliativa (A5).
Recursos Didáticos	Kit multimídia; quadro de giz; giz.

Fonte: Autores (2020).

Os estudantes foram encaminhados ao laboratório para observar os resultados dos ensaios. Realizamos a medição de todas as sementes germinadas de seu respectivo tratamento, bem como a média de cada tratamento, para assim ter informações dos 6 tratamentos para comparação. Montamos um quadro geral com os resultados para verificar se houve diferença nos tratamentos. Em seguida, explanamos sobre o resultado do experimento e solicitamos para acrescentarem sobre os resultados no relatório pedido na aula anterior, e ao final da aula responderam a síntese.

Na aula seis, realizamos um *feedback* a respeito dos assuntos da aula anterior. Em seguida, apresentamos os conhecimentos científicos sobre compostos fenólicos, compostos nitrogenados e defesa vegetal contra patógenos, a fim de que os estudantes conheçam e compreendam esses conteúdos. Propomos aos estudantes a resolução de uma situação problema envolvendo o conteúdo estudado e, em seguida, aplicamos a síntese avaliativa.

Quadro 7. Sequência didática: descrição da abordagem a ser realizada na aula 6.

Compostos fenólicos, compostos nitrogenados e defesas vegetais.	
Tema e subtemas	Tema: Metabólitos Secundários e Defesa Vegetal Subtemas: - Compostos Fenólicos; - Compostos Nitrogenados - Defesas vegetais
Duração	2 h/a
Objetivo	- Analisar a associação do conhecimento sobre metabólitos secundários pelos estudantes, por meio de uma situação problema.
Modalidade didática	- Aula expositiva- dialogada.
Estratégia de ensino	- Feedback da aula anterior - Aplicação de uma avaliação formativa, por meio da resolução de uma situação problema e síntese avaliativa;
Justificativa	- Auxiliar no processo de construção de conhecimento sobre compostos fenólicos, compostos nitrogenados e defesa vegetal.
Avaliação	Avaliação formativa, por meio de uma resolução de problema (A6) e síntese avaliativa (A7).
Recursos Didáticos	Kit multimídia; quadro de giz; giz.

Fonte: Autores (2020).

Com os conceitos aprendidos até o momento, organizamos os estudantes em grupo e solicitamos que criassem jogos didáticos a respeito de metabólitos secundários e defesa vegetal para serem apresentados na próxima aula.

A aula foi iniciada com a apresentação e explicação dos estudantes sobre os jogos didáticos montados por eles; seguidamente, aplicamos a avaliação final por meio de questionário, na qual foram retomadas as questões e situações da problematização inicial a fim de investigar se as abordagens de ensino foram suficientes para a compreensão dos conhecimentos sobre metabólitos secundários e defesa vegetal.

Na seção a seguir, expomos algumas considerações para a utilização da sequência didática, as quais têm em vista os informes gerais para sua aplicação e adaptação para futuras utilizações.

Quadro 8. Sequência didática: descrição da abordagem a ser realizada na aula 7.

Atividade Avaliativa	
Tema e subtemas	Tema: Metabólitos Secundários e Defesa Vegetal Subtemas: - Terpenos - Compostos Fenólicos - Compostos Nitrogenados - Defesa vegetal contra patógenos
Duração	2 h/a
Objetivo	- Investigar de que forma o conhecimento vem sendo compreendido pelos estudantes.
Modalidade didática	Avaliação
Estratégia de ensino	- Aplicação de uma avaliação somativa por meio de questionário relacionado aos conhecimentos de Metabólitos Secundários e Defesa Vegetal.
Justificativa	- Verificar se as abordagens de ensino foram satisfatórias para compreensão dos conhecimentos científicos.
Avaliação	Avaliação Somativa (A9), por meio de questionário.
Recursos Didáticos	- Papel, caneta.

Fonte: Autores (2020).

4. CONSIDERAÇÕES PARA A UTILIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA ELABORADA

Aos docentes que fizerem uso da nossa sequência didática, orientamos a leitura da Dissertação, para a compreensão do desenvolvimento e da aplicação da sequência (CRUZ, 2020).

A sequência foi composta por sete encontros, nos quais propomos aulas expositivas-dialogadas e aulas práticas. Realizamos nove atividades avaliativas com variados instrumentos, como resolução de situações-problema, relatórios das aulas práticas e questionários. Efetuamos a explicação de cada uma das aulas da sequência didática, disposta após os quadros de cada respectivo encontro. Os planos de aula possuem fundamentação teórica do conteúdo específico de metabólitos secundários e defesa vegetal para assim auxiliar os professores em uma futura utilização da sequência didática elaborada.

Destacamos que o professor, ao reaplicar a sequência didática, adapte-a para sua realidade de ensino. Desse modo, fica a critério do docente a utilização e aplicação das nove atividades avaliativas propostas ao longo da sequência.

Salientamos que a sequência didática foi elaborada ponderando também nos recursos do laboratório no qual foi desenvolvida a aula prática. Utilizamos os recursos já existentes no laboratório, evitando gastos que a universidade não poderia custear. Assim, ressaltamos que as aulas práticas dispuseram de aspectos necessários de utilização, que possibilitam futuras reaplicações da sequência.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ressaltamos novamente que, para ser utilizado em outros contextos, eventuais adaptações serão necessárias neste material, devido ao cenário que cada docente e seus estudantes evidenciam. Entretanto, se faz relevante garantir que as etapas da sequência não se descaracterizem acerca do conteúdo de metabólitos secundários e defesa vegetal, afastando-se do objetivo central desta proposta pedagógica.

A sequência apresentada nesse estudo pode e deve ser adaptada conforme a necessidade do professor, incluindo ou excluindo atividades, adequá-las conforme as necessidades dos alunos ajustá-las de acordo com a quantidade de aulas disponíveis e até utilizá-la como base para ensinar outros conteúdos.

Para tanto, o professor, apoiado no referencial conforme sugerido, encontrará o suporte para o desenvolvimento do tema, garantindo que o processo de ensino e aprendizagem do conteúdo seja de qualidade.

Por fim, consideramos que a sequência didática desenvolvida poderá promover benefícios à formação inicial dos estudantes, colaborando com sua formação em Fisiologia Vegetal, a respeito de metabólitos secundários e defesa vegetal.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. I.; PIMENTA, S. G. Pedagogia universitária: Valorizando o ensino e a docência na universidade. **Rev. Port. de Educação**, Braga, v. 27, n. 2, p. 7-31, 2014. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-91872014000200002&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 2 jun. 2019.
- BARBOSA, B. S. S. **Geometria não euclidiana de curvatura positiva: uma proposta de sequência didática**. 2017. 165 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Universidade Estadual do Norte do Paraná, Cornélio Procopio, 2017.

CRUZ, Y. K. S. **Metabólitos Secundários e Defesa Vegetal**: discutindo botânica no ensino superior. 2020. 81 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino) - Universidade Estadual do Norte do Paraná, Cornélio Procópio, 2020.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. Interferência: competição e alelopatia. In: **Germinação**: do básico ao aplicado. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 251-262.

GAUTHIER, C.; MARTINEAU, S.; DESBIENS, J.; MALO, A.; SIMARD, D. **Por uma teoria da pedagogia**: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2013.

HADJI, C. **A avaliação, regras do jogo**: das intenções aos instrumentos. 4. ed. Portugal: Porto editora, 1993.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

MACHADO, T. A.; POLETTO, R. S.; ALVES, D, S. Ensino de botânica e atualização de conhecimentos científicos para o ensino superior: uma revisão sistemática da literatura. **Revista ENCITEC**, [S.l.], v. 9, n. 2, p. 82-92, jul. 2019. ISSN 2237-4450. Disponível em: <http://srvapp2s.urisan.tche.br/seer/index.php/encitec/article/view/2604>. Acesso em: 06 Ago. 2019.

PIMENTA, S. G. Formação de professores: Identidade e saberes da docência. In: PIMENTA, S. G. (Org.). **Saberes pedagógicos e atividade docente**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2012. p. 15-38.

SAVIGNON, T. **Fotossíntese** - dublado (pt-br). 17 nov. 2018. (7m26s) Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=5rgXdRY4Ekk&t=1s>. Acesso em: 03. set. 2019.

SANT'ANNA, I. M. **Por que avaliar? Como avaliar?:** critérios e instrumentos. 17. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 17. ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

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

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE EMBRIOLOGIA: UMA PROPOSTA DO USO PEDAGÓGICO DA IMPRESSORA 3D

Vanina Roncaglio

Ana Lucia Crisostimo

Carlos Eduardo Bittencourt Stange

1. INTRODUÇÃO

Ensinar Biologia é motivar, é aguçar a curiosidade, instigar a pesquisa, alfabetizar cientificamente e construir criticidade ao buscar mediar os fenômenos naturais em todas as interfaces dessa disciplina. É mostrar, ao mesmo tempo, o desenvolvimento dos seres vivos e seu papel no ambiente e sociedade, particularmente no tocante ao ensino de embriologia que tem como objeto a origem do indivíduo e todas as implicações do seu desenvolvimento.

Para facilitar a ação docente no ensino de embriologia é possível utilizar a construção de modelos das estruturas embrionárias em impressoras 3D, particularmente no tocante ao ensino formal que prevê esta área do conhecimento como componente curricular obrigatório no contexto da educação. O produto resultante da referida impressora possibilita a fabricação de objetos tridimensionais com detalhes complexos de maneira mais simples e rápida. Por essas características, a impressão 3D possibilita que os professores e alunos facilmente consigam criar e produzir modelos físicos, colaborando no processo ensino-aprendizagem de biologia.

Para corroborar para um ensino criativo e cada vez mais autônomo no meio educacional brasileiro é oportuno apresentar um encaminhamento metodológico adequado para que o recurso didático em pauta traga contribuições significativas, em particular no ensino de embriologia. Nesse contexto é relevante destacar a crescente utilização na prática docente de inserir uso de metodologias ativas e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) em sala de aula, por professores de biologia visando despertar o engajamento e interesse do alunado em aprender, seja na educação básica ou superior, principalmente a partir de 2020 com o cenário do estado pandêmico que assolou o campo educacional em nível mundial.

Neste cenário este texto apresenta uma produção acadêmica organizada no formato de um produto educacional intitulado: “Sequência didática para o Ensino de Embriologia: Uma proposta do uso pedagógico da impressora 3D”, acessível na íntegra no link:

<http://tede.unicentro.br:8080/jspui/bitstream/jspui/1464/3/Produto%20educacional%20VANINA%20RONCAGLIO.%20pdf> (RONCAGLIO, 2020). O referido produto educacional foi desenvolvido, implementado e validado em uma dissertação apresentada por uma das autoras deste texto, em 2020, ao Programa de Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGEN), ofertado pela da Universidade Estadual do Centro-Oeste (Unicentro).

A referida sequência didática, destinada ao estudo do desenvolvimento embrionário dos animais, se pauta ao uso de modelos em três dimensões das estruturas embrionárias construídos por meio de uma impressora 3D. Tem como público-alvo professores da educação básica e superior e licenciandos do curso de Ciências Biológicas. Além da sequência, este caderno de apoio ao professor apresenta um breve relato da sua aplicação com os estudantes do ensino médio, traz informações sobre as TDICs usadas no processo, discute o potencial pedagógico da impressora 3D e descreve sua funcionalidade e construção dos modelos. Almeja-se que este material, socializado neste texto, sirva de apoio e motivação para que educadores utilizem metodologias ativas na sua prática pedagógica, como a modelagem e impressão em três dimensões.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O ENSINO DE EMBRIOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

O conteúdo de embriologia é contemplado no ensino médio na primeira série e, de acordo com Casas e Azevedo (2011, p. 82) “[...] enfoca todos os eventos desde a fertilização até o nascimento, abordando os processos de gametogênese, fecundação, clivagem, gastrulação, morfogênese e organogênese”. Buscando compreender como a proliferação do zigoto dá origem a um novo ser.

A vida é o objeto de estudo da biologia, em toda a sua diversidade de manifestações e deve fornecer subsídios para a interpretação no que diz respeito ao desenvolvimento, aproveitamento de recursos naturais e à utilização de tecnologias que implicam intensa intervenção humana no ambiente, cuja avaliação deve levar em conta a dinâmica dos ecossistemas, dos organismos, enfim, o modo como a natureza se comporta e a vida se processa (BRASIL, 2002).

A visão que os Parâmetros Curriculares Nacional para o ensino médio (PCNEM) possui para o ensino de embriologia é reducionista uma

vez que recomenda que a abordagem atenha-se à espécie humana, tendo como foco as principais fases embrionárias, os anexos embrionários e a comunicação intercelular no processo de diferenciação, ressaltando que não é necessário conhecer o desenvolvimento embrionário de todos os grupos de seres vivos para compreender e utilizar a embriologia como evidência da evolução, sendo o principal objetivo compreender como de uma célula – o ovo – se organiza um organismo (BRASIL, 2002).

Essa abordagem reducionista não se aplica quando se trata do processo de ensino-aprendizagem em biologia. Para Mayr (2005) *apud* Moreira e Massoni (2016), os sistemas biológicos são ordenados e suas propriedades não se restringem às propriedades físico-químicas dos componentes. A organização destes sistemas não é redutível a propriedades inferiores. Os sistemas biológicos armazenam informação historicamente adquirida e frequentemente surgem propriedades que não são explicadas por uma simples análise dos seus componentes. Diante destas situações, a abordagem no ensino de embriologia deve ter uma visão holística, envolvendo todos os aspectos relacionados com a evolução, o que torna indispensável o conhecimento histórico.

Os processos funcionais podem ser explicados de forma mecanicista, mas a Biologia evolucionista é muito diferente das ciências exatas, pois lida com fenômenos únicos como a origem do ser humano, por exemplo, e não há como explicar fenômenos únicos através de leis universais. Sendo assim os PCNEM trazem uma visão limitada do ensino significativo para esse conteúdo.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais Para o Ensino Fundamental de Ciências (BRASIL, 1998) não trata do conteúdo de embriologia diretamente. Porém, os conceitos básicos desse conteúdo precisam ser explanados durante o ensino sobre reprodução no Ensino Fundamental.

Conceitos de fecundação, divisão celular, diferenciação celular e formação do novo ser são requisitos básicos para a compreensão da formação do embrião e desenvolvimento do feto na reprodução humana, conteúdo abordado no oitavo ano do ensino fundamental. Esses requisitos são fundamentais para a compreensão do conteúdo específico de embriologia no ensino médio (BRASIL, 2002).

É possível preconizar que, além de fornecer conhecimentos básicos e uma visão holística para o entendimento da biologia no tocante a área de embriologia, a utilização de recursos didáticos, como a utilização da impressora 3D, torna inclusivo o acesso aos avanços científicos e

tecnológicos recorrentemente cada vez mais difundidos em todas as mídias atuais.

O conteúdo de embriologia, encontra dificuldades para ser ministrado devido à carência de materiais didáticos apropriados. Este fator mencionado se configura, muitas vezes, como fator limitante, entretanto cabe ao professor procurar outros meios para a mediar o conhecimento em pauta. Além disso, ensinar embriologia requer uma atenção especial por parte do professor, pois este conteúdo é carregado de uma nomenclatura específica, o que dificulta ainda mais o aprendizado. Aprendizado este que é de grande importância para o aluno, principalmente as primeiras fases do desenvolvimento embrionário, pois são esses os conceitos que trazem a noção de como ocorrem as primeiras divisões celulares e o que originará cada uma dessas fases, proporcionando uma melhor compreensão para os conteúdos subsequentes.

2.2 O USO DA IMPRESSORA 3D NO ENSINO DE EMBRIOLOGIA

A sociedade se encontra na era da informação, a tecnologia está presente no cotidiano das pessoas, acessível em nível global mudando totalmente a forma de se relacionar com o mundo. Assim os conhecimentos tecnológicos, científicos e informacionais passam a dar suporte à vida no meio urbano e rural. A cibernética, automação, engenharia genética, computação eletrônica são alguns dos ícones da sociedade (SILVEIRA; BAZZO, 2009).

Segundo Aguiar (2016, p. 20), as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) tornaram-se uma força determinante do processo de mudança social, inclusive na própria atividade profissional. A tecnologia de impressão 3D é emergente e traz mudanças à sociedade em todos os âmbitos, da medicina à arquitetura.

No ensino de Biologia, o uso de experimentação é pertinente para dar significado ao aprendizado dos conteúdos. A tecnologia de impressão 3D vem ao encontro dessa prática pedagógica, uma vez que possibilita a visualização de conceitos. Lipson¹ (2007) *apud* Aguiar (2016, p. 36) corrobora com essa ideia, afirmando que o ensino pode ser melhorado por meio das atividades práticas, principalmente quando são envolvidos

¹ LIPSON, H. Printable 3D models for customized hands-on education. *In: MASS CUSTOMIZATION AND PERSONALIZATION (MCPC)*, October 2007, Cambridge, MA. **Proceedings**. 2007, Cambridge, MA.

conceitos que são difíceis de serem visualizados e entendidos abstratamente. Ainda segundo Lipson (2007) *apud* Aguiar (2016, p. 36), para trabalhar as atividades práticas nas universidades, constantemente são encontrados modelos físicos para o ensino de conteúdo como a cinemática e a dinâmica. No ensino de química os modelos de moléculas usando bolas de isopor e palitos são constantemente utilizados. Entretanto, o autor alega que esses modelos vão ficando velhos e subutilizados, sendo substituídos pelas simulações virtuais. Os modelos físicos raramente são feitos ou utilizados fora de um instituto educacional devido aos custos envolvidos na produção, manutenção e distribuição.

Por essas dificuldades, esse mesmo autor afirma que a tecnologia de impressão 3D tem potencial para preencher essa lacuna, eliminando alguns problemas como o desgaste e descartabilidade de modelos confeccionados com isopor, massa de modelar ou argila. As impressoras 3D possibilitam a fabricação de objetos tridimensionais não descartáveis com detalhes complexos de maneira mais simples e rápida, sem fazer uso de inúmeras ferramentas ou recursos. Por essas características, a impressão 3D possibilita que os educadores facilmente consigam criar e produzir seus modelos físicos.

O uso da impressão 3D na educação vai além da simples construção de objetos para visualização. Kostakis, Niaros e Giotitsas² (2014) *apud* Aguiar (2016, p. 44), baseando-se na teoria de ensino-aprendizagem do Construcionismo, desenvolvida por Seymour Papert, analisaram qual poderia ser o papel desempenhado pelo design e pela impressão 3D, juntamente as outras tecnologias, no desenvolvimento e implementação de novas ideias educacionais e como podem servir como um meio de aprendizagem e comunicação.

A teoria do construcionismo enfatiza que a construção dos artefatos envolve conhecimento para ser realizada, produzindo aprendizagem significativa pois, o conhecimento não é visto como uma mercadoria a ser transmitida, mas sim como uma experiência pessoal que deve ser construída e o estudante deve estar pessoalmente (intelectualmente e emocionalmente) envolvido. O uso dessa ferramenta torna a aula mais interativa, dinâmica com alunos engajados e participativos, criando projetos próprios e desenvolvendo o protagonismo e a criatividade. Essa prática pedagógica alia a prática à teoria, desenvolve alfabetização digital e preparando o aluno para o mercado de trabalho atual.

2 KOSTAKIS, V.; NIAROS, V.; GIOTITSAS, C. Open source 3D printing as a means of learning: An educational experiment in two high schools in Greece. **Telematics and informatics**, v. 32, n. 1, p. 118-128, 2014.

Segundo Aguiar (2016, p. 36) a impressão 3D, usada como ferramenta de aprendizagem, ajuda o aluno a pensar diferente, saindo do abstrato para uma perspectiva multidimensional. Ajuda a formar ambientes que dão o estímulo adequado a estudantes que se apresentam indiferentes na escola, pois possibilita que eles aprendam por conta própria mediante exploração.

Contudo, primeiro é necessário a familiarização dos professores com a impressão 3D, manuseio da impressora e com a construção dos modelos em softwares específicos para esse fim. Outro obstáculo é a aquisição da impressora pela instituição de ensino por se tratar de um material com custo elevado. Porém, superado os obstáculos mencionados, a impressão 3D tem se mostrado uma opção acessível para a produção de objetos físicos que podem ser utilizados como objetos de aprendizagem em diversas áreas e em vários níveis de ensino.

Com o propósito de colaborar com a ação docente no ensino de embriologia na sequência é apresentado uma síntese do produto educacional organizado no formato de uma sequência didática que foi elaborada, implementada e avaliada junto a alunos do ensino médio no ano de 2019, em um colégio estadual na cidade de Guarapuava-PR.

3 APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

O produto educacional ora socializado foi elaborado no formato de sequência didática, para a construção de modelos em 3D através de softwares próprios, buscando levar autonomia digital para professores e alunos. Para Dolz, Noverraz e Schneuwly (2004, p. 82) “[...] uma sequência didática é um Conjunto de atividades escolares organizadas, de maneira sistemática”. Conforme Pessoa (s.d) essa ferramenta corresponde a um conjunto de atividades articuladas e planejadas em função de um objetivo didático. É organizada em torno de um conteúdo específico podendo envolver diferentes componentes curriculares onde o foco é a apropriação de um determinado conceito ou procedimento.

A partir de recursos didáticos dessa natureza o professor organiza seu trabalho pedagógico e pode antecipar o que será focado, o tempo disponibilizado para cada atividade, qual será a mediação mais coerente conforme a necessidade dos estudantes. Dessa forma o trabalho do docente pode ser articulado em vários eixos de ensino possibilitando aprendizagens diversificadas (PESSOA, s.d.).

Esta sequência didática em pauta foi aplicada com alunos da primeira série do ensino médio do período noturno de um colégio estadual no município de Guarapuava – PR, nas aulas de Biologia e foram necessárias 08 aulas para seu desenvolvimento. A turma era constituída por 38 alunos de 15 a 17 anos e a avaliação das atividades foi realizada por meio de observação e anotações do professor, participação dos alunos, resolução das atividades propostas e respostas aos questionários de pré e pós-teste visando identificar avanços e conquistas em termos de aprendizagem da temática proposta.

Para o desenvolvimento dos modelos das estruturas embrionárias em 3D foi necessário criar os “moldes” em *softwares* próprios. Muitos modelos previamente criados são encontrados em repositórios virtuais. Mas as estruturas embrionárias (mórula, blástula, gástrula e nêurula) não fazem parte desta realidade. Por isso foi necessário a criação desses arquivos no site *Tinkercad*³, que é uma plataforma de *designer* em 3D.

Essa plataforma foi escolhida por ser gratuita, de fácil acesso e online, não necessitando baixar programas ou possuir computadores com *hardwares* robustos e configurações específicas para rodar esses tipos de programas. Outra facilidade é que os trabalhos ficam salvos na nuvem do site, de forma online e não no *hardware* do computador, pendrive ou qualquer armazenamento físico. Para fazer uso dessa plataforma o professor ou aluno pode fazer um registro próprio no site e criar seus *designers* ou então o professor pode montar uma sala de aula dentro do *Tinkercad* e adicionar os alunos, que poderão criar seus *designers* dentro dessa sala de aula virtual e o professor tem acesso a esses projetos podendo editar e contribuir com estes. Segue uma breve sequência das atividades passíveis de serem adoradas pelo professor:

- a. Aula 1 e 2: Sala de aula invertida. O professor monta uma sala de aula virtual com os alunos usando a plataforma *Google Classroom*⁴. Anexa, nesta plataforma, vídeos sobre estruturas embrionárias, tecidos embrionários e organogênese para visualização prévia dos alunos e posterior debate em sala de aula com o objetivo de complementar o conteúdo e sanar dúvidas remanescentes.
- b. Aulas 3, 4 e 5: O professor propõe uma pesquisa sobre a forma das estruturas embrionárias no laboratório de informática. *Designer* dos modelos em 3D das estruturas embrionárias no site *Tinkercad* no

³ <https://www.tinkercad.com/>

⁴ <https://classroom.google.com/>

laboratório de informática a partir da pesquisa dos alunos sobre as estruturas a serem modeladas.

- c. Aula 6: Visita a um Espaço *Maker*. Ambiente educacional que permite que qualquer pessoa possa criar, experimentar e compartilhar soluções para o desenvolvimento de materiais didáticos, por exemplo, mesmo sem conhecimento prévio. Para isso o Espaço *Maker* oferece ferramentas digitais e tecnológicas, ou mesmo recursos mais tradicionais, como os de marcenaria. Os alunos devem ter acesso a impressoras 3D e passam a imprimir os modelos construídos por eles nas aulas anteriores.
- d. Aulas 7 e 8: Uso dos os modelos construídos e impressos em aula, comparando com as figuras mostradas nas imagens e vídeos que os alunos assistiram previamente. Os alunos montam grupos e cada um explica uma estrutura embrionária, sua formação e desenvolvimento.

Para a implementação do produto educacional denominado “Sequência didática para o ensino de embriologia: uma proposta do uso pedagógico da impressora 3D”, foram escolhidos alunos da 1ª série do ensino médio, conforme mencionado anteriormente. O encaminhamento metodológico adotado contou com 08 aulas (50 minutos cada) de duração para a abordagem dos seguintes conteúdos: fecundação, segmentação, diferenciação celular, folhetos embrionários, estruturas embrionárias e organogênese. O objetivo geral da referida sequência didática foi minimizar as dificuldades na compreensão da formação das estruturas embrionárias e dos folhetos embrionários que originarão diferentes partes do corpo, enfatizando a morfologia de cada estrutura embrionária e sua função no desenvolvimento embrionário.

A seguir serão detalhadas as atividades passíveis de serem desenvolvidas pelos professores subdivididas por aulas e subitens para melhor visualização e entendimento:

3.1 ATIVIDADE 1 - SALA DE AULA INVERTIDA

Duração: 02 aulas (50 minutos cada).

Objetivos: Resgatar o conhecimento prévio do aluno com vídeos sobre desenvolvimento embrionário e organogênese; desenvolver a interpretação de diferentes materiais didáticos como o vídeo; estimular a arguição do aluno; introduzir o conteúdo de desenvolvimento embrionário com uma metodologia onde aluno é protagonista do seu processo ensino-

aprendizagem; otimizar o tempo de exposição do conteúdo, uma vez que a visualização deste foi prévia. Fazer uso de metodologias ativas, despertando interesse e curiosidade por parte do alunado.

Conteúdos trabalhados: Desenvolvimento embrionário

Materiais utilizados: Plataforma *Google Classroom*; Videoaula sobre desenvolvimento embrionário; Laboratório de Informática.

Desenvolvimento da atividade: O professor deve acessar previamente a plataforma *Google Classroom* e montar uma sala de aula virtual, inserindo os alunos. O professor anexa videoaulas e textos sobre desenvolvimento embrionário. A primeira aula deve ser no laboratório de informática, onde o professor mostra como acessar a plataforma do *Google Classroom* e disponibiliza o restante da aula para que os alunos possam visualizar o conteúdo postado na sala virtual, visando auxiliar os alunos que possuem qualquer tipo de dificuldades de acesso à internet em suas residências. O intuito da sala de aula invertida é que o aluno tenha acesso ao conteúdo teórico antes da aula presencial, para que este desenvolva protagonismo no processo de aprendizagem. Essa metodologia permite flexibilidade, uma vez que o aluno estudará conforme seu horário e sua disposição, respeitando seu ritmo de aprendizagem.

Na segunda aula o professor propõe uma conversa sobre o conteúdo visto previamente pelos estudantes, realizando questionamentos sobre o tema, aprofundando o conteúdo e sanando as dúvidas que os alunos trouxeram. Por meio dessa ação o professor realiza o levantamento dos conhecimentos prévios da turma sobre o conteúdo de desenvolvimento embrionário. A avaliação se dá por meio da observação do professor, anotações do docente e participação dos alunos quanto às atividades propostas.

3.2 ATIVIDADE 2 - MODELAGEM EM 3D

Duração: 03 aulas (50 minutos cada).

Objetivos: Identificar as estruturas do desenvolvimento embrionário; desenvolver habilidades em tecnologias de informação e comunicação; modelar as estruturas embrionárias em softwares de desenhos em 3D.

Conteúdos trabalhados: Estruturas embrionárias e folhetos embrionários.

Materiais utilizados: Plataforma *Tinkercad*.; Projetor multimídia; Laboratório de Informática

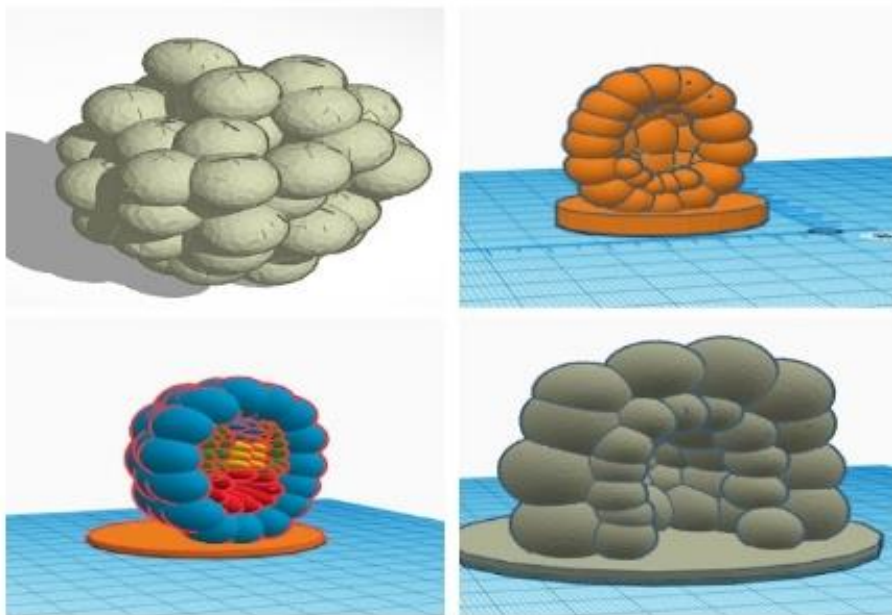
Desenvolvimento da atividade: No laboratório de informática o professor divide a turma em grupos de quatro integrantes e cada equipe fica responsável por modelar uma estrutura embrionária, distribuídas por meio de sorteio. Com o projetor multimídia, o professor demonstra imagens bidimensionais das estruturas embrionárias (mórula, blástula, gástrula e nêurula), explicando-as.

Cada grupo deve criar uma conta no site *Tinkercad* sob orientação do professor para manusear essa plataforma. O professor pode criar uma sala de aula nesse mesmo site e compartilhar com os alunos, dessa maneira não é necessário a criação de contas individuais. Essa ação fica a critério do professor.

Cada grupo deve pesquisar sobre a estrutura que será modelada e então começar a criação dos *designers* na plataforma acima referida, que disponibiliza formas como esferas, cilindros, caixas, cones, textos, números, entre outros, para servir como “ponto de partida” para o projeto. Usando essas formas, os alunos podem agrupar, duplicar, desagrupar, alinhar, copiar, espelhar, apagar, aumentar, girar, diminuir até conseguir chegar em um resultado satisfatório para a modelagem. A figura 1 (na página seguinte) mostra os *designers* criados por alunos na plataforma *Tinkercad* para as estruturas embrionárias (mórula, blástula, gástrula e nêurula).

Dessa forma os alunos criam modelos mais complexos a partir de formas simples preexistentes no site, com base na pesquisa realizada anteriormente. Para essa atividade são necessárias três aulas (a quantidade de aulas pode ser modificada conforme a necessidade da turma) para a finalização dos *designers*. A avaliação se dá pela observação do professor, participação dos estudantes e modelagem das estruturas.

Figura 1. *Designers* das estruturas embrionárias criadas no site *Tinkercad*.



Fonte: Autores, (2020).

3.3 ATIVIDADE 3 - IMPRESSÃO EM 3D

Duração: 01 aula (50 minutos).

Objetivos: Conhecer o funcionamento de uma impressora 3D; imprimir os modelos produzidos nas aulas anteriores e conhecer outros espaços de aprendizagem.

Conteúdos trabalhados: Estruturas embrionárias e folhetos embrionários.

Materiais utilizados: Impressora 3D e Transporte para os alunos (caso a instituição de ensino não tenha impressora 3D).

Desenvolvimento da atividade: Realizar uma visita técnica ao um espaço *Maker*, com impressora 3D caso a instituição de ensino não possua esse equipamento. Se for essa a realidade, o professor precisará agendar a visita técnica e providenciar transporte para os educandos e autorização dos responsáveis. Para uma atividade externa uma aula de 50 minutos não é o suficiente e o professor deverá adequar o planejamento conforme a necessidade. No município de Guarapuava o Núcleo de Educação Regional

e a Unicentro dispõem de espaço *Maker* para fim de visitação e parcerias com os colégios da rede pública e privada.

Se a institui o de ensino possuir uma impressora 3D, uma aula   o suficiente para dar início   impressão dos *designers* desenvolvidos pelos alunos. O docente deve então explicar o funcionamento desse equipamento e realizar a impressão do que foi produzido nas aulas anteriores, que resultará na produ o de materiais didáticos não consumíveis, como mostra a figura 2. A avalia o dessa atividade se d  pela participa o dos alunos e observa o do docente.

Figura 2. Estruturas embrionárias impressas em 3D.



Fonte: Autores, (2020).

3.4 ATIVIDADE 4 - APLICA O DOS MODELOS EM 3D

Dura o: 02 aulas (50 minutos cada).

Objetivos: Definir embriologia; identificar as etapas de forma o do embrião e diferenciá-las; reconhecer as estruturas embrionárias; identificar os tipos diferentes de ovos e suas segmenta es; Relacionar embriologia com as tecnologias de clonagem e células-tronco e Observar e identificar os folhetos embrionários e a origem de diferentes partes do corpo.

Conteúdos trabalhados: Estruturas embrionárias, clivagem, folhetos embrionários, diferenciação celular, organogênese e biotecnologia.

Materiais utilizados: Modelos produzidos pelos alunos em 3D e Livro didático.

Desenvolvimento da atividade: Cada grupo, de posse do seu modelo 3D impresso, produz e apresenta um seminário, explicando a estrutura embrionária, sua formação e consequências no desenvolvimento embrionário. O docente pode realizar mediações, auxiliando os alunos, complementando caso ache necessário, relacionando o modelo em 3D com as imagens bidimensionais do livro didático.

São necessárias no mínimo duas aulas para que todos os grupos apresentem, porém, a quantidade de aulas pode variar conforme o número de alunos e de grupos formados, ficando a cargo do professor definir o número de aulas necessários conforme sua realidade. A avaliação se dá pela apresentação do seminário, onde o professor consegue verificar a aquisição do conhecimento por parte dos alunos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sociedade está em constantes transformações e avanços científicos e tecnológicos. Para que acompanhar esse dinamismo é imprescindível que o campo educacional apresente, por meio de pesquisas e proposições de estratégias didáticas, caminhos possíveis que possibilitem a professores a vanguarda de um ensino contextualizado e conectado aos avanços científicos e tecnológicos que se apresenta.

Para Lara (2009, p. 15) esses avanços educacionais devem ser pautados por um espírito crítico em relação a esses avanços não é ter apenas uma opinião sobre um fato, mas sim pensar, perceber e ponderar, significando o indivíduo o que acontece a ele. Sendo assim os alunos devem ser preparados para um futuro de incertezas e mudanças a partir de um ensino que proporcione um cidadão com personalidade inquisitiva, inclusiva, inovadora e tolerante.

Diante desse cenário de mudanças é essencial oferecer as melhores condições de aprendizado onde os alunos possam desenvolver suas competências e habilidades, sendo a aprendizagem significativa crítica (MOREIRA, 2010) essencial para a formação do indivíduo. Como uma das premissas para que ocorra aprendizagem significativa crítica é o interesse e curiosidade por parte do aluno, cabe ao professor repensar sua prática pedagógica a fim de desenvolver essas características no alunado. As

metodologias ativas surgem para preencher essa lacuna e atrair os alunos do século XXI. A impressão em 3D não só alia a teoria à prática como também coloca o aluno como o cerne do seu aprendizado, desenvolvendo autonomia e criatividade.

A metodologia com modelos em 3D possibilita que os alunos pudessem esclarecer suas incompreensões iniciais superando obstáculos epistemológicos para a formação de modelos mentais correlatos às estruturas embrionárias.

Infelizmente existem obstáculos para o uso dessa ferramenta, como o despreparo dos professores frente a nova tecnologia, dificuldade na elaboração dos designers para a impressão, custo elevado do equipamento e dificuldade de acesso ao mesmo. Mas uma vez superados essas dificuldades e aplicada a metodologia é possível perceber o entusiasmo e concentração dos educandos diante de suas produções.

Sendo assim essa sequência didática busca incorporar a tecnologia de impressão de modelos em 3D em sala de aula a fim de motivar o uso dessa ferramenta com inúmeras possibilidades no meio educacional. Ademais almeja-se apresentar subsídios interessantes para o aprimoramento da prática pedagógica docente do professor de biologia pois, promove aquisição de competências e habilidades por meio do protagonismo do aluno.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. de. C. **Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3D na construção de instrumentos didáticos para o ensino de Ciências**. 2016. 226 p. Dissertação de Mestrado (Ensino de Ciências) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Bauru, 2016. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/.../aguiar_ldcd_me_bauru.pdf?. Acesso em: 20 ago.2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002. 144 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf> Acesso em: 20 jan. 2020.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos: Ciências Naturais.** Brasília: MECSEF, 1998. BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos: Geografia.** Brasília: MECSEF, 1998.

CASAS, L.; AZEVEDO, R. O. M. Contribuições do jogo didático no ensino de embriologia. **Revista Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências.** [S.l.], v. 4, n. 6, p. 80-91, 2011. Disponível em: <http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/17>. Acesso em: 05 out. 2020.

DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. Sequências Didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. In:_____. **Gêneros orais e escritos na escola. Tradução de Roxana Rojo e Glaís Sales Cordeiro.** São Paulo: Mercado das Letras, 2004. p. 81–108.

LARA, P. M. R. **Aprendizagem significativa crítica aplicada ao ensino de biologia celular: reflexões e resultados.** 2009. 109 p. Trabalho de conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de São Carlos, Campus de Sorocaba, Sorocaba, 2009. Disponível em: https://www.academia.edu/7153306/APRENDIZAGEM_SIGNIFICATIVA_CR%C3%DTCA_APLICADA_AO_ENSINO_DE_BIOLOGIA_CELULAR_REFLEX%C3%5ES_E_RESULTADOS?auto=download. Acesso em: 05 out. 2020.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica.** 2. ed. Porto Alegre: Instituto de Física, 2010. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/apsigcritport.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2019.

MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T. **Subsídios Epistemológicas para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências. Epistemologias do Séc. XX.** 2ed. Porto Alegre, 2016. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/Subsidios8.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2019.

PESSOA, A. C. G. **Sequência didática. Glossário Ceale,** s.d. Disponível em: <http://www.ceale.fae.ufmg.br/app/webroot/glossarioceale/verbetes/sequencia-didatica>. Acesso em: 03 mai. 2020.

RONCAGLIO, V. **A construção de modelos didáticos na impressora 3D: uma abordagem significativa para o ensino de embriologia.** – – Guarapuava, 2020. Inclui Produto Educacional Aplicado intitulado: Sequência didática para o ensino de embriologia: uma proposta do uso pedagógico da impressora 3D. 30 p. Disponível no link: <http://tede.unicentro.br:8080/jspui/bitstream/jspui/1464/3/Produto%20ed>

ucacional%20VANINA%20RONCAGLIO.%20pdf. Acesso em: 03 mai. 2020.

SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. Ciência, tecnologia e suas relações sociais: a percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na educação tecnológica. **Ciência & Educação**. Bauru, v. 15, n. 3, p. 681-694, 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132009000300014&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 05 out. 2020.

TOUR VIRTUAL SOCIOAMBIENTAL: INSTRUMENTO DIDÁTICO PARA A PRÁTICA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

Carlos Henrique Gonçalves Luz
Ana Lucia Suriani Affonso

1. INTRODUÇÃO

O início da Ciência Biologia da Conservação ocorreu concomitantemente às primeiras definições do termo “biodiversidade”, promulgado no Fórum Nacional sobre BioDiversidade e no livro *Biodiversity*, durante a década de 1970. Neste momento, havia preocupações com a destruição de habitats e com a extinção acelerada de espécies, além da necessidade de se proteger as áreas com paisagens naturais exuberantes (WILSON, 1997). Esta visão, com o passar dos anos, foi sendo alterada e, à medida que pesquisadores e a sociedade perceberam a dependência direta e indireta dos seres humanos em relação ao ambiente natural, começou-se a se pensar em conservação das áreas, além de sua preservação. Desta forma, a Biologia da Conservação se tornou um campo de reflexão e debate teórico sobre as questões relacionadas entre a conservação e biodiversidade (LEWIS, 2007).

No Brasil, entre os anos de 1970 a 2000, a exploração dos recursos naturais foi acentuada, o que acarretou a promulgação e implementação da Lei 9.985 (BRASIL, 2000), com normas para a criação e gestão do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).

De acordo com o SNUC (BRASIL, 2000), as UCs se dividem em dois grupos, as Unidades de Proteção Integral e as de Uso Sustentável, que possuem características específicas como:

§ 1º O objetivo básico das Unidades de Proteção Integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos nesta Lei.

2º O objetivo básico das Unidades de Uso Sustentável é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais (BRASIL, 2000, artigo 7).

Como exemplo de Unidades de Proteção Integral encontram-se as Estações Ecológicas (ESECs), que objetivam a preservação da natureza e

permitem apenas realização de pesquisas científicas, sendo proibida a visitação de público externo (BRASIL, 2000).

§ 4º Na Estação Ecológica só podem ser permitidas alterações dos ecossistemas no caso de:

I - medidas que visem a restauração de ecossistemas modificados;

II - manejo de espécies com o fim de preservar a diversidade biológica;

III - coleta de componentes dos ecossistemas com finalidades científicas;

IV - pesquisas científicas cujo impacto sobre o ambiente seja maior do que aquele causado pela simples observação ou pela coleta controlada de componentes dos ecossistemas, em uma área correspondente a no máximo três por cento da extensão total da unidade e até o limite de um mil e quinhentos hectares (BRASIL, 2000, p. 4).

Diante deste contexto, a prática da Educação Ambiental (EA) em UCs se torna primordial, visto que os projetos de EA desenvolvidos precisam conciliar a conservação da biodiversidade e os desafios socioambientais vivenciados pela humanidade (MENDONÇA, 2007).

A EA crítica é uma das macrotendências da EA, que se propõe a transformar o pensamento e as ações humanas diante da crise socioambiental, tecendo práticas educacionais, que contemplem os desafios contemporâneos. Ela almeja uma nova prática social, vinculando os processos ecológicos aos sociais na leitura do mundo, para que possamos intervir na realidade e existir na natureza (SORRENTINO; TRAJBER; FERRARO, 2005).

Esta macrotendência possui uma perspectiva de transformação e emancipação social nos diálogos ambientais e políticos, apoiando-se “na revisão crítica dos fundamentos que proporcionam a dominação do ser humano e dos mecanismos de acumulação do Capital, buscando o enfrentamento político das desigualdades e da injustiça socioambiental” (LAYRARGUES; LIMA, 2014, p. 33).

Quando pensamos em EA, precisamos também associá-la a conservação de recursos naturais e aos serviços ecossistêmicos necessários à nossa sobrevivência planetária. Além disso, existe a necessidade de compreender a real interdependência de todos os seres vivos existentes no ambiente.

A EA crítica em sua totalidade se permeia no holístico, refutando qualquer diálogo que segrega sociedade de natureza, educação essa que salienta o caráter social, político, histórico e cultural, refletindo e conferenciando sobre os trabalhos e as ações que os seres humanos estabelecem com a natureza (LOUREIRO, 2015).

Em uma proposta crítica de Educação Ambiental trabalha-se com uma visão sistêmica de meio ambiente, compreendido em sua totalidade complexa como um conjunto no qual seus elementos/partes interdependentes inter-relacionam entre si, entre as partes e o todo, o todo nas partes em uma interação sintetizada no equilíbrio dinâmico (GUIMARÃES, 2016, p. 17).

A EA crítica vem a ser um processo político crítico para a construção de sociedades sustentáveis do ponto de vista social, vinculando “por meio de dimensões que criamos na própria dinâmica de nossa espécie e que nos formam ao longo da vida (cultura, educação, classe social, instituições, família, gênero, etnia, nacionalidade etc.)” (LOUREIRO, 2007, p. 66). Assim,

Faz-se necessário promover o fortalecimento da participação social na gestão da biodiversidade, primando pela equidade de gênero, protagonismo do jovem e dos atores em vulnerabilidade ambiental e pela identidade local dos projetos. Assim, certamente, promoveremos a mudança do paradigma atual, que nos levou à crise ambiental e social em que vivemos (MMA, 2016, p. 11).

Para Loureiro (2004), existem outras possibilidades de atuação e este autor aponta para a gestão participativa associada a tomada de decisão coletiva, como uma das alternativas para a prática de EA em UCs, considerando-se o contexto geográfico, histórico e cultural em que a UC está inserida, bem como a articulação e o gerenciamento dos conflitos políticos, sociais e educacionais.

Para Freire (1997, p. 64) a educação deve ser em sua criticidade “libertadora”, capaz de transformar o educando, distanciando-o da memorização mecânica de conteúdos e de um depósito de informações, pois “quanto mais se lhes imponha passividade, tanto mais ingenuamente, em lugar de transformar, tendem adaptar-se ao mundo, a realidade parcializada nos depósitos recebidos”. Dessa forma, o professor em sala de aula necessita aprimorar as suas ações e suas metodologias, visando uma inovação do processo de ensino-aprendizagem.

Ao partir desta pressuposição, compreendemos que o uso das tecnologias, aplicativos, websites entre outros, funcionam como uma metodologia ativa¹ de ensino, melhorando a aprendizagem dos educandos e

¹ Metodologia Ativa é todo processo de ensino e aprendizagem, no qual o aluno é colocado como protagonista da construção do seu próprio conhecimento. Esta metodologia “contraria a exclusividade da ação intelectual do professor e a representação do livro didático como fontes únicas do saber na sala de aula” (PEREIRA, 2012, p. 6).

contribuindo para imersão no mundo virtual. Além disso, o professor torna sua aula mais produtiva, com o intuito de tornar o aluno sujeito principal nesse processo (RIBEIRO, 2007).

A emancipação e transformação educacional deve ser ampla, não apenas no sentido tecnológico, mas também no humano, não havendo verdades absolutas e indiscutíveis, todavia que leve o educando a reflexão crítica dos desafios socioambientais e a utilização correta de ferramentas tecnológicas para o ensino (BAZZO, 2016).

Assim, buscamos auxílio nas tecnologias, construímos e avaliamos um Tour em Realidade Virtual de uma ESEC de Turvo (PR), com informações relevantes sobre os seus aspectos naturais, sociais, econômicos, culturais e de seu entorno.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida com os professores da rede pública de Turvo, município localizado no interior do estado do Paraná, com população de 13.811 habitantes (IBGE, 2010). Nesta localidade, existe a ESEC Municipal Felipe Paulo Rickli, que foi selecionada para a construção do instrumento didático virtual (Tour Socioambiental), devido às suas especificidades, como: fragmento de floresta ombrófila mista bem preservado, em estágio sucessional avançado e pelo desconhecimento de grande parte da população sobre a sua existência. O material didático foi intitulado: “Tour socioambiental virtual”, contendo fotos tiradas em 360° da ESEC e de seu entorno, visando uma aproximação entre a população e a UC. A escolha dos professores e da ESEC ocorreu por este município fazer parte de um projeto de extensão intitulado “Educação Ambiental: diagnóstico socioambiental como subsídio para a Biologia da Conservação”, desenvolvido por meio de um convênio entre a Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) e a Prefeitura Municipal de Turvo.

Os sujeitos desta pesquisa foram professores da rede pública de ensino de Turvo (PR), visando auxiliar na construção e na avaliação do instrumento didático e pedagógico.

Esta pesquisa teve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da UNICENTRO, com o parecer n°. 3.455.399 e pelo Núcleo Regional de Educação de Guarapuava.

O instrumento de pesquisa para obtenção de dados foi o grupo focal, o qual objetiva “colher informações que possam proporcionar a

compreensão de percepções, crenças, atitudes sobre um tema, produto ou serviços” (KITZINGER, 2000 *apud* TRAD, 2009, p. 780).

Quatro professores participaram de grupos focais *online*, via *Google meet*, sendo dois professores da rede de ensino municipal e dois professores da rede estadual. Para facilitar a transcrição das falas dos participantes, bem como preservar as suas identidades, eles foram nomeados nesta pesquisa de P1, P2, P3 e P4.

Durante o primeiro grupo focal, os professores fizeram as suas contribuições, de forma a elencar pontos necessários para a construção do tour virtual e no segundo, eles avaliaram a aplicação deste tour em sala de aula.

As informações obtidas, foram analisadas de acordo com o método proposto por Bardin (2011). A análise de conteúdo, é definida como um conjunto de múltiplas técnicas de análise, que resultam em uma descrição do conteúdo das mensagens, permitindo compreender o sentido das informações. Para isso, é organizado em três fases: a pré-análise, a exploração do material e, por fim, o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

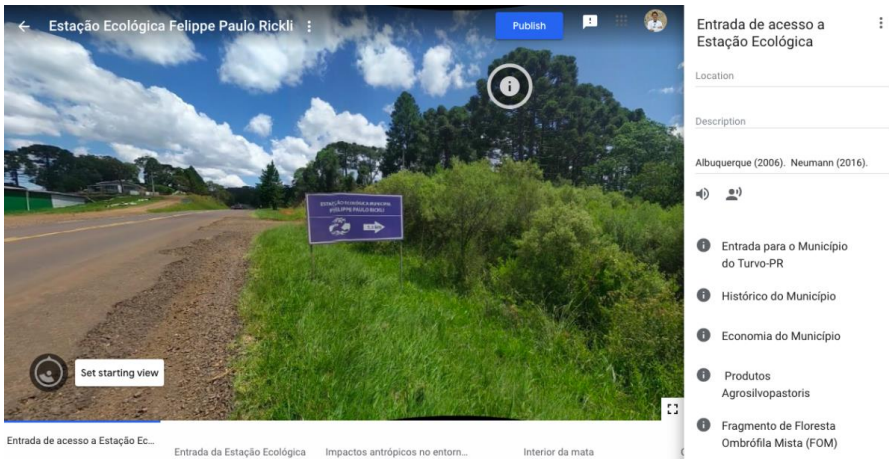
3.1 CONSTRUÇÃO DO TOUR

O tour socioambiental virtual consiste em imagens em 360°, que foram tiradas com um celular, utilizando o aplicativo *Google Cardboard* (disponível gratuitamente na *Play Store* ou na *Apple Store*). Estas imagens permitem a imersão na realidade virtual, quando se utiliza os óculos de realidade virtual, o *cardboard*. O *Google expedições* comporta utilizar estas imagens e acrescentar informações, textos e áudios nas mesmas, de maneira que o usuário compreenda o ambiente de imersão virtual. Os aplicativos empregados são gratuitos e de possível acesso por qualquer aparelho *smartphone* conectado à internet para fazer o *download*. Depois de baixado, o tour pode ser realizado sem acesso à internet.

Neste tour existem cenas referentes aos componentes sociais, econômicos, naturais, históricos e culturais do entorno e da ESEC Felipe Paulo Rickli, situada em Turvo, PR. Na cena 1 (Figura 1) são abordados temas como: Histórico do Município, Economia do Município, Produtos Agrosilvopastoris e Fragmentos de Floresta Ombrófila Mista. Na cena 2 (Figura 2) evidenciamos os temas: Pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia*),

tipos de solos encontrados na UC, ICMS Ecológico, Serviços Ecossistêmicos e a Sociedade. Na cena 3 (Figura 3) abordamos sobre a Agropecuária, a divisa da ESEC com as pastagens e com as plantações de soja, milho e eucalipto. Na cena 4 (Figura 4) abordamos a flora e a fauna da ESEC. Na cena 5 (Figura 5) finalizamos com assuntos sobre a EA crítica e os tipos de culturas, que ocorrem no Município de Turvo-PR.

Figura 1. *Print* da primeira cena em 360° do tour da ESEC Felipe Paulo Rickli.



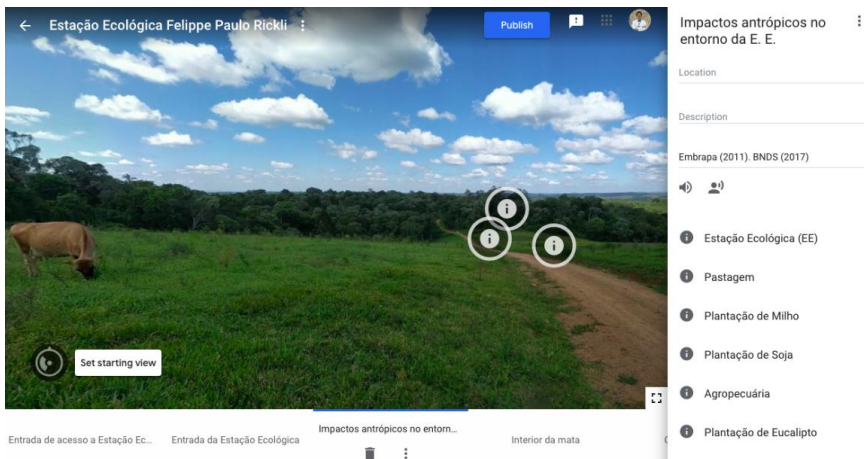
Fonte: Autores (2020).

Figura 2. *Print* da segunda cena em 360° do tour virtual da ESEC Felipe Paulo Rickli.



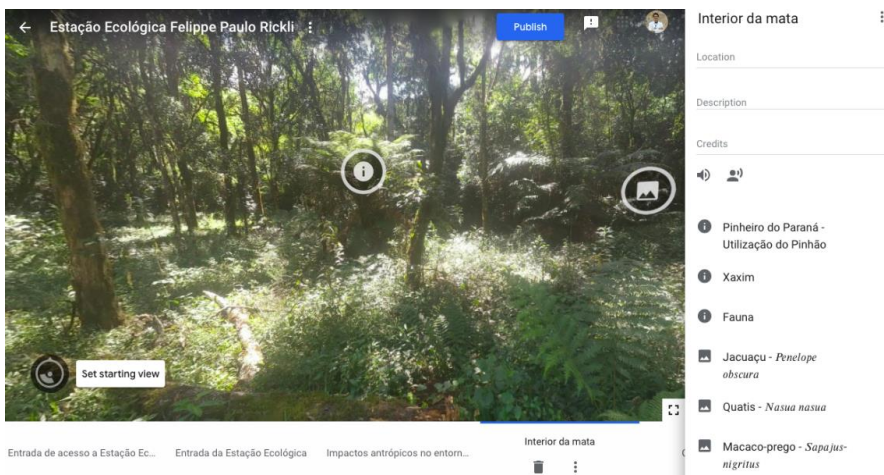
Fonte: Autores (2020).

Figura 3. *Print* da terceira cena em 360° do tour da ESEC Felipe Paulo Rickli.



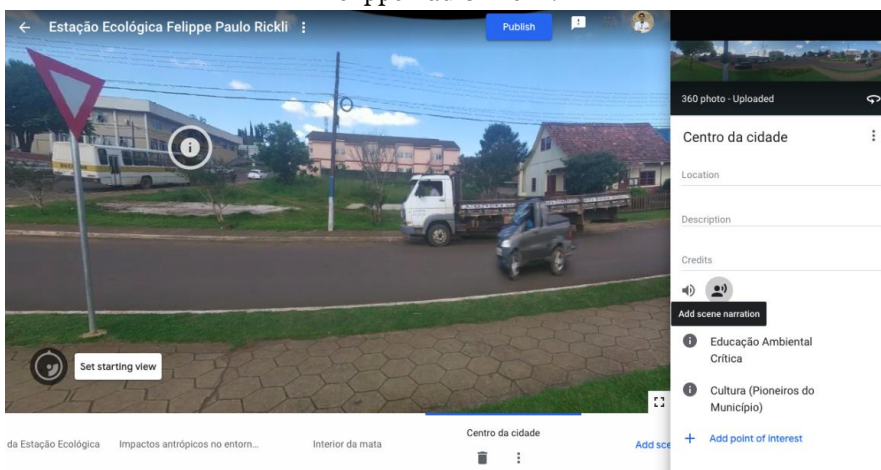
Fonte: Autores (2020).

Figura 4. *Print* da quarta cena em 360° do tour da ESEC Felipe Paulo Rickli.



Fonte: Autores (2020).

Figura 5. *Print* da quinta cena (Centro da Cidade) em 360° do tour da ESEC Felipe Paulo Rickli.



Fonte: Autores (2020).

Por meio das imagens e das informações que nele constam, o professor pode fazer uma imersão na UC, sem necessariamente se deslocar até o local. Além disso, ele deve inserir momentos de reflexões sobre temas e

problemáticas socioambientais existentes e vivenciadas no local. Assim, pretende-se atingir uma aprendizagem mais significativa, crítica, reflexiva e dialógica destes estudantes para que estes possam contribuir com a conservação da biodiversidade local, bem como participar de proposição de políticas públicas relacionadas as tomadas de decisões na área ambiental.

Esse tipo de tecnologia fornece novas formas e métodos de visualização, com base nos pontos fortes das representações visuais, sendo um método alternativo para exposição de determinados materiais ou locais. Quando utilizada como metodologia de ensino, motiva e incentiva a participação colaborativa dos alunos, transpõe as barreiras dos desafios socioambientais, favorecendo a cultura e instigando a reflexão acerca da sociedade contemporânea (PANTELIDIS, 2010).

Segundo Farias *et al.* (2019, p. 7) “a inserção da RV na sala de aula permite uma nova dinâmica de interação entre professor-aluno, contribuindo para uma preservação do patrimônio cultural existente ao seu redor.” O mesmo autor ainda conclui que esses tipos de tecnologias “podem ser efetivas na abordagem da Educação Ambiental e Patrimonial e serem aliadas rumo a um ensino mais ativo nas escolas do ensino básico.”

Dessa forma, podemos compreender que “esta perspectiva educativa nos dá as chaves para a abordagem tecnológica por meio da qual contribuem com seu desenvolvimento. Na verdade, as tecnologias de Realidade Virtual facilitam o desenvolvimento deste modelo pedagógico” (GARCIA; ORTEGA; ZEDNIK, 2017, p. 52).

3.2 AVALIAÇÃO DO TOUR

A partir dos grupos focais, os quatro educadores participantes puderam elucidar as suas opiniões sobre o tour socioambiental construído. Foram identificadas duas categorias de análise: tour como um instrumento didático e o uso de tecnologias no ensino.

3.3 TOUR COMO INSTRUMENTO DIDÁTICO

Em relação a utilização do tour como instrumento didático pelos professores, muitos falaram da sua utilização em sala de aula, mas também afirmaram sobre a importância da sua utilização para toda a população do município, inclusive para turistas como a fala do professor P1,

“No município temos o turismo rural e ecológico, antes deles irem para o turismo nas áreas indígenas e quilombolas, eles mostram, fazem uma palestra para os turistas, mostram o artesanato a cultura, passam um filme sobre as comunidades que serão visitadas. Então acho que nesse sentido também seria interessante falar sobre as estações ecológicas do município, então faria esse tour com que quisesse dos turistas, pra conhecer um pouquinho mais, é algo que vem somar bastante ao turismo do nosso município. Porque por mais que os turistas saibam sobre as estações, seria interessante realizar esse passeio virtual. E enquanto escola, no momento estamos sem aulas devido a pandemia, mas poderia ter esse tour na biblioteca ou até mesmo em um lugar, um cantinho que os alunos pudessem conhecer um pouco disso, entender, ter um pouco mais de curiosidade” (P1).

Nesta fala pode-se perceber a importância dos instrumentos didáticos no processo de ensino-aprendizagem. “O ensino fundamenta-se na estimulação fornecida pelos recursos didáticos, que facilitam a aprendizagem. Esses meios despertam o interesse e provocam a discussão e debates, desencadeando perguntas e gerando ideias” (SANT’ANNA; MENZOLLA, 2002, p. 35).

O Professor P2 também comentou sobre a importância da divulgação deste instrumento didático, não somente para os alunos, mas também para a população em geral, destacando em sua fala a importância retorno financeiro que vem do Imposto de Circulação sobre Mercadorias e Serviços (ICMS) ecológico por meio de ações e projetos de EA, que ocorrem no município.

“A gente sabe que o mundo está caminhando para uma autodestruição, e a gente tem que manter o que ainda é natural o que é nosso ser mais preservado possível, então fazendo o tour é uma oportunidade de conhecer e também divulgar, para que as pessoas saibam a importância que tem isso para a natureza e da importância de certa forma financeira que tem para o município, o que a secretaria de educação tem feito através do que vem de verba por conta de ter essas estações de preservação, agregam muito para o município, as pessoas tem que saber que é o retorno daquilo que já foi preservado, porque se está nessas condições é por que alguém preservou, por que alguém não deixou desmatar e tal, e de agora em diante a gente tem que segurar isso com todas as forças para que não haja destruição” (P2).

Já o professor P3 mencionou sobre o instrumento didático ser aplicado para todos os professores da rede municipal, para que estes possam utilizar em suas aulas:

“Esse tour pode ser aplicado para todos os professores da rede municipal, fazendo os grupos de estudos, ter alguém pra auxiliar a fazer esse trabalho orientação e depois fazer a aquisição desses óculos pela prefeitura, com licitação certinho, mas deixar isso em cada escola em cada espaço para que o professor tenha isso como uma didática um meio didático para trabalhar com os alunos, sendo que ele passou por uma formaçãozinha rápida uma orientação, né, acho que é bem possível fazer isso sim” (P3).

O professor P4 falou sobre ter um local no município, que atendesse as turmas das escolas. Neste local poderia estar disponível os óculos para imersão da realidade virtual e um monitor para acompanhar o tour. Ele também relatou sobre a importância de levar esse tour para os alunos do interior: *“Eu vejo a importância de ter um local, né pra que os alunos venham, mas também devemos pensar nos alunos do interior, e fazer talvez um grupo itinerante que talvez alguém vá nas escolas e faça esse trabalho nas escolas do interior” (P4).*

No universo da educação, a utilização de recursos didáticos e da tecnologia inovadora, somados a prática pedagógica adequada, busca despertar o interesse para o aprendizado, pois oferecem um conjunto de recursos importantes e ferramentas de comunicação e informações, tornando-se, assim, um componente essencial de pesquisa e um potente instrumento de ensino-aprendizagem (JUSTINO, 2011, p. 73).

O professor P1 também mencionou sobre a conscientização das pessoas em relação ao tour e a área ambiental. Este termo pode ser pensado de acordo com a definição descrita por Paulo Freire *apud* Loureiro (2007): *“de processo de mútua aprendizagem pelo diálogo, reflexão e ação no mundo. Movimento coletivo de ampliação do conhecimento das relações que constituem a realidade, de leitura do mundo, conhecendo-o para transformá-lo e, ao transformá-lo, conhecê-lo” (LOUREIRO, 2007, p. 69).*

Segundo Loureiro (2007, p. 69-71), essa interação entra escola e comunidade em espaços públicos *“fortalece o esforço de construção de um sistema de educação ambiental no país e a capacidade de interferência nas políticas públicas [...]. Esta inserção da educação ambiental nas demais políticas é absolutamente estratégica para caminharmos rumo a uma sociedade sustentável”.*

A valorização do tour como instrumento, estratégia de ensino e sensibilização da população, visando ampliar os seus conhecimentos sobre a ESEC de Turvo, pôde ser evidenciada na fala abaixo do professor P1:

“Eu já gosto de assistir aquele programa o Brasil visto de cima, que ele mostra as paisagens os lugares o que tem de interessante, então eu acho que isso mostra mais um poquinho do Turvo né, então o Turvo já vem se destacando nessa área de meio ambiente, de floresta, da fauna e da flora, então tudo o que vem é um somatório, eu acho, então esse trabalho bem importante, essa questão de ter essas reservas, também, mais uma coisa que vem agregar ao município, de repente as pessoas pensam agora não, mas do jeito que a gente está vendo, pra onde tá encaminhando a questão ambiental, daqui uns anos isso aqui vai ser ouro, então além da gente ter a questão da reserva indígena que é bem grande no município, então o turvo ele é riquíssimo né, nesse quesito, então parabéns pro professor também que fez esse trabalho esse tour virtual” (P1).

O relato deste professor nos remete a complexidade existente entre a relação homem e natureza que,

nesses termos, a educação ambiental crítica é bastante complexa em seu entendimento de natureza, sociedade, ser humano e educação, exigindo amplo trânsito entre ciências (sociais ou naturais) e filosofia, dialogando e construindo pontes e saberes transdisciplinares. Implica igualmente o estabelecimento de movimento para agirmos-pensarmos sobre elementos micro (currículo, conteúdos, atividades extracurriculares, relação escola-comunidade, projeto político pedagógico etc.) e sobre aspectos macro (política educacional, política de formação de professores, relação educação-trabalho-mercado, diretrizes curriculares etc.), vinculando-os (LOUREIRO, 2007, p. 68).

3.4 USO DE TECNOLOGIAS NO ENSINO

O professor P4 relatou que o tour virtual *“pode ser trabalhado de maneira interdisciplinar né”* e, corroborando com essa fala o professor P3 disse que o tour *“pode ser trabalho em Ciências, Geografia, História, Arte, trabalhando a interdisciplinaridade, na rede municipal um interliga com a outra, por ser dois professores no máximo”*. Nesse mesmo sentido o professor P2 coloca que nas matérias de *“Biologia, Geografia, História, nessas matérias você aproveita mais, por exemplo em Biologia tem um leque muito grande de coisas pra você trabalhar, então acredito que é mais é essas matérias.”*

O professor P3 comentou que *“um dos pontos positivo é de você ter a oportunidade de conhecer sem precisar estar lá dentro, sem prejudicar a natureza.”* Como já descrito neste trabalho, as ESECs são uma categoria de UCs, que fazem parte do grupo das Unidades de Proteção Integral, onde somente é permitido acesso para o desenvolvimento de pesquisas científicas, e ao público se tiver o objetivo educacional. Todas estas restrições acontecem se a ESEC possuir um Plano de Manejo e, até o momento a ESEC Felipe Paulo Rickli de Turvo-PR, não possui um Plano de Manejo.

Portanto, diante das falas acima citadas, pode-se perceber que o tour virtual foi muito bem avaliado pelos professores de Turvo, constituindo-se um instrumento didático e de sensibilização popular, que pode ser aplicado tanto nos espaços escolares, como também em espaços públicos para a comunidade em geral.

Também pode-se evidenciar que o uso das tecnologias digitais no ensino sofreu um grande avanço, principalmente ocasionado pela Pandemia COVID-19. Muitos professores e alunos tiveram que se adaptar ao ensino remoto, se adaptando ao momento por meio de novas ferramentas didáticas, além de buscar a contínua interação entre os alunos e o professor durante as aulas.

Nesse sentido, o uso das ferramentas tecnológicas na educação deve ser vista sob a ótica de uma nova metodologia de ensino, possibilitando a interação digital dos educandos com os conteúdos, isto é, o aluno passa a interagir com diversas ferramentas que o possibilitam a utilizar os seus esquemas mentais a partir do uso racional e mediado da informação (CORDEIRO, 2020, p. 4).

Segundo Cordeiro (2020, p. 5) a utilização das tecnologias quando embasadas em “metodologias ativas pode favorecer o processo de ensino e aprendizagem de forma mais eficaz e autônoma, com foco no desenvolvimento humano em todas as suas vertentes e voltadas principalmente para a realidade na qual vivenciamos.” Este fato vem ao encontro com a fala do professor P2, sobre o atual cenário em que se encontra o ensino diante de todos os acontecimentos,

“Olha em se tratando de 2020 a tecnologia está se sobre saindo em tudo é, eu acredito que não tem como a gente fugir das coisas, em 2017 o núcleo já propunha algumas formações pra trabalhar com google classromm, com meet, uma serie de ferramentas da google, o estado criou o @escola e houve uma resistência, uma pouca adesão dos professores, lembro que aqui o colégio em uma formação, escreveu-se apenas dois ou três professores, ninguém dava muita importância, porem agora em 2020 com a situação que o mundo todo tá passando as pessoas tiveram que avançar 10 anos em 2 meses na questão tecnológica, então pra educação o que vier de tecnologia é muito importante, agora nós sentimos na pele quão importante é você se apropriar das coisas, inclusive fazer uma reunião igual à que nós estamos fazendo agora onde cada um está em um local diferente. Mas em fim a gente tem que ir se apropriando cada vez mais, por que as gerações que estão vindo, elas estão vindo muito tecnológicas, por mais que nós tenhamos uma diferença de idade muito grande entre nós e eles, mas nós temos que ir incorporando e aprendendo, não tem como fugir das tecnologias, nas diferentes áreas em todas elas, na física, na química na matemática, na robótica em tudo não tem como fugir disso, só vem a acrescentar e de agora em diante” (P2).

Nesse mesmo cenário, os professores também destacaram sobre o uso das tecnologias por parte dos alunos. Eles disseram sobre os alunos saberem de tudo, quando se trata das redes sociais, porém sentem dificuldade quando precisam usar um pacote *office*, por exemplo.

“Eles tem acesso à tecnologia só que, eu vejo que algumas coisas ainda faltam pra eles dominarem que pra nós são básicas, por exemplo hoje eu estava orientando pra ela trocar de navegador, conceitos básicos que a gente acha que eles sabem mas eles não sabem, algumas redes sociais eles dominam muito bem, porem algumas ferramentas que são bem tranquilas pra nos pra eles ainda não é. Então eu acho importante eles estarem se apropriando de tantos outros recursos não só de instagram, whatsapp e facebook” (P2).

O professor P1 também fala sobre os alunos apenas saberem utilizar as redes sociais,

“Às vezes a gente acha que os alunos são muito tecnológicos, porém eles sabem pra jogos, pra ficar conversando, quando você precisa deles pra algo mais prático você percebe que eles não dominam, desde um e-mail, vocês não tem ideia de como isso é precário e é falho, então de repente quando você vem com uma tecnologia assim você pensa a não eles todos dominam, e não é assim, teremos que ir passo a passo mesmo, então a gente percebe muito isso nos alunos, são muito bons em redes sociais, ou jogos mas quando você vai pra outros caminhos nossa, é muita dificuldade sabe, de trabalho mesmo, ai você vê como é difícil, desde salvar um texto no word, anexar algo por e-mail, coisas bem básicas mesmo” (P1).

Portanto, é muito importante a atualização contínua do professor e do espaço escolar em termos tecnológicos. A escola precisa tentar dispor ao máximo os recursos, que podem se tornar grandes aliados no processo de ensino-aprendizagem, como relata o professor P3: *“A gente não tem pra onde fugir, eu vejo que a tecnologia hoje não tem como nós não dispor esse recurso para os nossos alunos, eu vejo uma grande importância sobre isso”*.

Neste contexto, aparece um novo modelo de ensino, no qual giz, quadro e livros não são apenas os únicos instrumentos que os professores possuem para dar aulas, eles também necessitam de instrumentos, ferramentas tecnológicas, que possam auxiliar no processo de ensino, considerando as tecnologias disponíveis na sala de aula e as que os alunos trazem consigo por meio de suas experiências particulares.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tour constitui-se um instrumento didático e pedagógico, capaz de inserir e praticar a EA crítica nos espaços escolares, auxiliando na aproximação entre os professores e as tecnologias no ensino. Além disso, este instrumento propiciou para formação de futuros cidadãos, pois ao praticar a EA em seu contexto social, cultural, política, econômica e ambiental, associada a formação de seres transformadores e críticos, diante das situações sociais contemporâneas, estamos propiciando a emancipação de sujeitos ativos na sociedade.

Deste modo, esperamos que este tour seja aplicado em espaços formais e não-formais de ensino, em diferentes disciplinas e que as pessoas possam ampliar os seus conhecimentos sobre a temática ambiental. Assim, os educadores poderão despertar nos educandos o senso crítico em relação as questões socioambientais vivenciadas dentro e no entorno das UCs, além de dar sentido e contextualizar as dimensões que envolvem as relações sociedade e natureza.

REFERÊNCIAS

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011, 229 p.
- BAZZO, W. A. **De técnico e de humano: questões contemporâneas**. Editora UFSC, 2 ed. 2016.
- BRASIL. **Lei Federal Nº 9.985**, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I e II da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências, 2000.
- CORDEIRO, K. M. A. **O impacto da pandemia na educação: a utilização da tecnologia como ferramenta d ensino**. p.1-15. 2020. Disponível em:< <http://repositorio.idaam.edu.br/jspui/handle/prefix/1157>>. Acesso em 19 de abril. de 2021.
- FARIAS, A. B. S.; MEDEIROS, T. K. F.; LUCENA, B. P.; LEMOS, A. O.; SOUZA, A. R. F. Realidade virtual como aliada na educação ambiental e patrimonial. In: VI congresso Nacional de Educação, **Anais...** 2019.
- FREIRE, P. Educação "bancária" e educação "libertadora. IN: PATTO, M. H. S. **Introdução à Psicologia Escolar**. 3 ed. rev. atual. São Paulo: casa do psicólogo. 1997.
- GARCÍA, C. L.; ORTEGA, C, A. C.; ZEDNIK, H. Realidades Virtual e Aumentada: estratégias de Metodologias Ativas nas aulas sobre Meio

Ambiente. Informática na **Educação: teoria & prática**, Porto Alegre, v. 20, n.1, p. 46-59, 2017.

GUIMARÃES, M. Por uma educação ambiental crítica na sociedade atual. **Revista Margens Interdisciplinar**, v. 7, n. 9, p. 11 – 22. 2016.

JUSTINO, M. N. **Pesquisa e recursos didáticos na formação e prática docente**. Curitiba: Ibplex, 2011.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. C. As macrotendências político-pedagógicas da Educação Ambiental brasileira. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 1, p. 23-40, 2014.

LEWIS, M. Wilderness and Conservation Science. In: LEWIS, M. (edited by). **American Wilderness: A New History**. New York: Oxford University Press, 2007, p. 205-261.

LOUREIRO, C. F. B. Educar, participar e transformar em educação ambiental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, p. 13-20, 2004.

LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental Crítica: contribuições e desafios. In: BRASIL. **Vamos Cuidar do Brasil: Conceitos e práticas em Educação Ambiental na Escola**. Ministério da Educação. Brasília. 2007, p. 65-71.

LOUREIRO, C. F. B. Educação Ambiental e Epistemologia Crítica. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 32, n. 2, p.159–176, 2015.

MENDONÇA, R. Educação ambiental vivencial. In: FERRARO-JUNIOR, L. A. **Encontros e caminhos: formação de educadoras(es) ambientais e coletivos educadores**. Brasília: MMA, v. 2. 2007. p. 117-130.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Educação ambiental em unidades de conservação: ações voltadas para comunidades escolares no contexto da gestão pública da biodiversidade**. 2016. ISBN 978-85-5574-031-2. Disponível em:

<https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/Publica%C3%A7%C3%B5es_da_COEDU/Educa%C3%A7%C3%A3o_Ambiental_em_Unidades_de_Conserva%C3%A7%C3%A3o_web.pdf>

Acesso em: 08 mar. 2020.

PANTELIDIS, V. S. **Reasons to use Virtual Reality in education and training courses and a model to determine when to use Virtual Reality**. Themes in science and technology education, Special Issue, Pages 59-70 Klidarithmos Computer Books, 2010.

PEREIRA, R. Método Ativo: Técnicas de Problematização da Realidade aplicada à Educação Básica e ao Ensino Superior. In: **VI Colóquio internacional. Educação e Contemporaneidade**. São Cristóvão, SE. 20 a 22 setembro de 2012.

RIBEIRO, A. et al. **Tecnologias na sala de aula**: uma experiência em escolas públicas de ensino médio. Regattieri. – Brasília: UNESCO, MEC, 2007.

SANT'ANNA, I. M; MENZOLLA, M. **Didática: Aprender a ensinar**. Técnicas e reflexões pedagógicas para a formação de fornecedores. Edições Loyola. 7ª Edição. São Paulo. 2002.

SORRENTINO, M.; TRAJBER, R.; FERRARO Jr., L. A. Educação ambiental como política pública. In: **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 285-299, 2005.

TRAD, L. A. B. Grupos focais: conceitos, procedimentos e reflexões baseadas em experiências com o uso da técnica em pesquisas de saúde. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 19, n. 3, p. 777-796, 2009.

WILSON, E. O. **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

A COMPLEXIDADE ENVOLVIDA NA INSERÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO CONTEXTO ESCOLAR

Daniela de Almeida dos Santos
Adriana Massâê Kataoka

1. INTRODUÇÃO

Os problemas socioambientais que enfrentamos na atualidade são causados por múltiplos fatores, e são sustentados pelo paradigma da disjunção e da simplificação. No paradigma da disjunção, também conhecido como paradigma cartesiano, o ser humano não é considerado parte integrante do ambiente, o que acaba por dificultar a compreensão da intrincada rede de relações que envolvem a degradação socioambiental. Muitas são as propostas para o enfrentamento da crise socioambiental, entre elas encontramos a Educação Ambiental (EA), considerada como uma das mais importantes formas de enfrentamento dos impactos da sociedade em relação ao ambiente, por meio da modificação de valores, postura crítica e emancipatória (MAIA, 2015).

Na busca pela transformação da sociedade, os espaços de ensino são fundamentais para a sensibilização da comunidade escolar sobre as temáticas ambientais. Para tanto, devem se apoiar em duas importantes políticas que regem a EA, sendo elas a Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 1999) e, mais recente, a Diretriz Curricular Nacional para Educação Ambiental (BRASIL, 2012). Essas políticas orientam que a EA deve estar presente em todos os níveis e modalidades de ensino, bem como nos currículos das instituições de forma integrada e contínua, evidenciando a responsabilidade cidadã na relação entre a sociedade e a natureza.

Apesar das políticas implantadas no Brasil, muitas são as dificuldades para inserção da temática ambiental nos espaços de ensino a partir de uma perspectiva crítica. Existe uma predominância de atividades pontuais e conservadoras, as quais não vinculam o conhecimento à realidade, além de adotar uma visão reduzida e fragmentada de ambiente (GUIMARÃES, 2004). Segundo Neves e Tozoni-Reis (2014), os professores consideram importante trabalhar as temáticas ambientais com seus alunos, mas mencionam que a prática tem sido prejudicada pela falta de suporte metodológico e teórico, além da deficiência na formação destes profissionais.

Este estudo trata-se de um recorte da Dissertação intitulada: “A

complexidade envolvida na prática da educação ambiental pelos professores no contexto escolar”, defendida e aprovada no ano de 2019. Cabe destacar, que a referida dissertação se articulava a um projeto de extensão universitária desenvolvido por professores, acadêmicos e pós-graduandos do curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, nomeado “Diálogos entre Educação Ambiental e Biologia da Conservação”. O projeto foi desenvolvido no município de Campina do Simão -PR, e foi financiado por recursos advindos do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) Ecológico. A pesquisa focalizou o colégio estadual do município, contando com 11 professores participantes deste projeto, sendo eles das seguintes áreas: Ciências Biológicas, Ciências Sociais, Geografia, História, Letras e Matemática.

Este capítulo traz dados da dissertação que buscou analisar a complexidade envolvida na inserção da EA no contexto escolar por professores de um colégio estadual, com enfoque na formação inicial dos professores, o currículo e o contexto escolar. A opção por tratar de diversos aspectos ligados à educação se justifica em função do entendimento que a prática do professor em sala de aula é reflexo de uma rede complexa de relações. Como já foi dito, este capítulo é um recorte da dissertação, focalizando a prática do professor em sala de aula e a articulação com o contexto do município. Buscou-se responder como o conhecimento que o professor tem sobre a EA reflete em sua prática. O capítulo traz, em um primeiro momento, uma breve fundamentação teórica sobre EA e complexidade; em seguida, descreve o percurso metodológico para finalmente apresentar os resultados e discussões, fechando com as considerações finais.

2. EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O PENSAMENTO COMPLEXO

A EA surgiu em um momento de agravamento da crise ambiental na década de 1960, por meio dos movimentos sociais, que reivindicavam melhor qualidade de vida e do planeta. Nesse contexto, ela tornou-se uma das alternativas que buscavam construir novas formas da sociedade se relacionar com o ambiente (CARVALHO, 2008). A EA também surge como resposta à crise do paradigma moderno, tendo suas raízes no movimento ecológico, se opondo ao paradigma ocidental.

Inicialmente, a EA tinha forte caráter conservador com práticas que buscavam despertar uma nova sensibilidade do ser humano com a natureza. Atualmente, esta forma de praticar a EA é chamada por Layrargues e Lima

(2014) como tendência conservacionista, pois enfatiza-se a dimensão ecológica e afetiva perante o ambiente e têm como objetivo mudanças de comportamentos individuais (LAYRARGUES; LIMA, 2014). O adestramento ambiental é muito comum na tendência conservadora, pois busca a mudança de comportamentos individuais sem reflexão e contextualização (BRÜGGER, 1993).

A perspectiva conservacionista da EA se ramificou na tendência pragmática, que segundo Layrargues e Lima (2014) esta perspectiva concebe o ambiente como uma coleção de recursos naturais em esgotamento no ambiente, enfatizando o desenvolvimento sustentável e o consumo sustentável. Somente em 1980 é que houve uma modificação na visão sobre a EA, deixando de ser somente um instrumento técnico-científico de resolução de problemas, passando a ser vista como um processo contínuo de aprendizagem.

Neste contexto, surgiu a macrotendência crítica, baseada na transformação e emancipação, dando ênfase na crítica referente à dominação do ambiente e do homem, bem como os mecanismos de acumulação do Capital (LAYRARGUES; LIMA, 2014). Nesta tendência, a concepção de ambiente é socioambiental. Carvalho (2008, p. 47) descreve que a “visão socioambiental orienta-se por uma racionalidade complexa e interdisciplinar e pensa o meio ambiente não como sinônimo de natureza intocada, mas como um campo de interações entre cultura, a sociedade e a base física e biológica”.

Reconhecendo a importância da EA para a educação, políticas específicas para a EA foram formuladas para auxiliar a inserção das temáticas ambientais e da EA nos espaços de ensino, como a Política Nacional de Educação Ambiental (BRASIL, 1999) e as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (BRASIL, 2012), em que se reafirmou a importância da EA.

As políticas mencionadas recomendam que a EA nos espaços escolares deva ser realizada de forma transversal, ou seja, deve perpassar todas as disciplinas do currículo. Segundo Torales (2013), a transversalidade no ensino é constituída de temas que aproximam o cotidiano, o contexto social e o conhecimento científico, abordando temas atuais e complexos, assim como o meio ambiente. Outro princípio importante para a EA é a interdisciplinaridade, que é uma perspectiva a ser adotada quando se trata de um tema complexo como o ambiente, o qual necessariamente envolve diversas áreas do conhecimento. Para Japiassu (1976), a interdisciplinaridade se contrapõe: ao saber fragmentado, à universidade cada vez mais

compartimentada, à sociedade que impede indivíduos de se desenvolverem tornando-os alienados e ao conformismo das ideias impostas.

Mesmo com as recomendações da Legislação, quando se analisa a realidade escolar, percebe-se um distanciamento entre o que designa a lei e o que ocorre na prática educativa. Agudo e Tozoni-Reis (2014) relatam que muitas vezes as atividades realizadas na escola têm grande fragilidade, se restringindo a projetos pontuais, abordando temas gerais, sem desenvolver a complexidade referente a tais temas.

Novas perceptivas estão surgindo em relação a como se concebe e se pratica a EA, uma delas que vem se despontando e trazendo muitas contribuições para a EA é a Teoria da Complexidade, pois como relatam Amorim e Calloni (2013) quando se fala das problemáticas ambientais precisamos nos libertar e superar o paradigma cartesiano que separou o homem/natureza. Precisamos de um paradigma integrador dos saberes, no qual o pensamento complexo se propõe, reconhecendo o princípio conectivo entre homem e a Natureza.

O Pensamento Complexo foi formulado por Edgar Morin, sociólogo, filósofo e antropólogo francês. O pensamento complexo tornou-se uma teoria muito utilizada para enfrentar e superar as crises paradigmáticas, ambientais, educacionais. Morin (2015b) relata que a Complexidade pode ser entendida como um tecido heterogêneo inseparável, colocando o paradoxo do uno e do múltiplo, sendo um tecido de acontecimentos, ações, interações, acasos, os quais constituem nosso mundo.

Na perspectiva complexa, o ambiente e o ser humano são concebidos em sua multidimensionalidade. Moraes e Torres (2004) relatam que o ambiente é formado pela interação contínua dos elementos físicos, biológicos, socioeconômicos e culturais, sendo o meio ambiente, o meio familiar, escolar, social, tudo que nos rodeia em um sistema de inter-relação do interior ao exterior. Nesta concepção, tanto o sujeito e o meio onde ele vive se complementam, se enriquecem e se necessitam mutuamente, cada sujeito se relaciona com o ambiente de forma diferenciada e única.

Ao falar da complexidade na educação, a transdisciplinaridade é uma importante estratégia que Morin traz em seus livros, pois enfatiza a religação de áreas do conhecimento e saberes que estão dispersos, o “trans” significa através e entre as disciplinas (PETRAGLIA, 2012). Nicolescu (2000, p. 11) explica que a “transdisciplinaridade, como o prefixo “trans” indica, diz respeito àquilo que está ao mesmo tempo entre as disciplinas, através das diferentes disciplinas e além de qualquer disciplina”.

Há vários autores que utilizam a abordagem da complexidade em

suas ações na educação ambiental. Ao pesquisar sobre as contribuições da complexidade para EA, Saheb e Rodrigues (2017) verificaram que os princípios das diversas perspectivas da EA se “mesclam e possuem ideias congruentes para a superação da crise paradigmática” (p. 204). Kataoka *et. al.* (2018) relatam que ao utilizar a complexidade em um curso de formação de EA, os professores foram envolvidos em sua multidimensionalidade, tendo resgatado a sua valorização, promovendo a identificação dos professores com a EA, potencializando o trabalho interdisciplinar com a temática.

Estas grandes contribuições do pensamento complexo para EA, encontradas nesses trabalhos e em muitos outros, se deve a concepção de ambiente como uma rede complexa de relações. O pensamento complexo traz luz a este cenário, pois somente com a religação, a construção de novos métodos, conseguiremos a mudança de visão e percepção e, por consequência, a mudança da relação sociedade e natureza preconizada pela EA.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A presente investigação adotou a abordagem qualitativa de pesquisa. Minayo (2002) descreve que a pesquisa qualitativa é um tipo de abordagem interpretativa que responde a questões muito particulares e que não podem ser quantificadas, trabalhando com o universo de significados a fim de compreender a realidade humana social.

A pesquisa é de tipo exploratória e Gil (2002) relata que este tipo de pesquisa tem como objetivo conhecer determinado problema, aprimorando ideias. Seu planejamento deve considerar os variados aspectos do fenômeno estudado, promovendo uma visão geral. Dessa forma, foi realizada a pesquisa de campo, na qual utilizou-se o grupo focal, aplicado a professores de um colégio estadual.

Esta pesquisa teve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa, com o parecer 2.588.898. Todos os participantes estavam cientes da pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

3.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A cidade onde se situa o colégio foco da pesquisa é um pequeno município da região centro-sul do interior do Estado do Paraná, contando com 4.076 mil habitantes pelo censo do IBGE de 2010, onde 2.688 pessoas

habitam a zona rural. A região do município foi uma das últimas áreas ocupadas no Estado. Segundo a autora Probst (2004), esta região atraiu muitos pequenos proprietários, que para cultivarem a terra, utilizavam técnicas de queimadas e desmatamento.

Sua história é marcada pelos ciclos econômicos do trigo, suinocultura, extração da erva-mate, madeiras e, atualmente, a soja. A exploração pelas serrarias mudou a paisagem da região, devastando as florestas do município. Estes ciclos definiram a organização política, econômica, e social da cidade e a vinda dos imigrantes europeus contribuiu também com a mão de obra familiar. A cidade possui muitos pequenos agricultores e agricultura familiar (FAVARO, 2014).

3.2 SUJEITOS DA PESQUISA

Participaram da pesquisa 11 professores de diferentes áreas do conhecimento de um Colégio Estadual, formados nas áreas de Ciências Biológicas, Ciências Sociais, Geografia, História, Letras e Matemática. Destes professores, somente quatro deles não residem no município. O Colégio atende cerca de 600 alunos da zona rural e urbana, com 13 turmas do ensino fundamental, sete do ensino médio e seis de atendimento educacional especializado. Os professores foram identificados por siglas de acordo com a sua área de atuação: dois professores de Ciências Biológicas (PCB1 e PCB2), um professor de Ciências Sociais (PCS), dois professores de Geografia (PG1 e PG2), dois professores de História (PH1 e PH2), três professores de Letras (PLP1, PLP2, PLP3) e um professor de Matemática (PM).

3.2.1 Grupo Focal

Segundo Gondim (2003), o grupo focal é uma forma de levantar-se dados por meio da interação grupal, discutindo tópicos sugeridos pelo pesquisador, com o objetivo de explorar opiniões, atitudes e vivências, sendo que o pesquisador assume papel de moderador e facilitador do processo de discussão. Para o levantamento dos dados, formulou-se um roteiro para a discussão, o qual foi constituído primeiramente da apresentação dos participantes ressaltando a área e o ano de formação e, posteriormente, seis perguntas foram realizadas verbalmente ao grupo para a discussão (Quadro 1).

Quadro 1. Roteiro de perguntas do grupo focal aplicado aos professores com seus respectivos objetivos.

Pergunta	Objetivo
Quando se pensa em Ambiente, que imagem vem à cabeça de vocês?	Identificar qual concepção de ambiente que os participantes possuem.
Quando se fala em Educação Ambiental que palavras ou frases vêm à cabeça de vocês? Na sua graduação, teve alguma orientação ou experiência com educação ambiental? Descreva.	Identificar as concepções de EA que os participantes possuem. Analisar se em sua formação inicial obteve e como foi a orientação em EA.
No colégio, já realizou em sua disciplina ou em outra situação, trabalhos com educação ambiental?	Investigar se os professores já tiveram alguma iniciativa com a EA.
Já ouviu falar da Diretriz Curricular em Educação Ambiental e Política Nacional de Educação Ambiental? Em caso afirmativo, o que sabe sobre elas?	Verificar se os professores possuíam conhecimento da política em questão.
Vocês consideram importante o Município possuir uma estação ecológica? Ela pode contribuir de alguma forma para o ambiente escolar?	Investigar qual a percepção dos professores da presença de uma unidade de conservação no município.
Vocês têm alguma sugestão de como trabalhar a Educação Ambiental no colégio?	Compreender ideias de como abordar as temáticas ambientais, inseridas no contexto do município.

Fonte: Autoras (2019).

3.3 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados coletados foram submetidos à análise Textual Discursiva segundo Moraes e Galiazzi (2007). Os autores relatam que essa análise é uma metodologia qualitativa, que objetiva produzir novas compreensões dos fenômenos e discursos com caráter hermenêutico, com o envolvimento total do pesquisador.

Segundo Moraes e Galiazzi (2007), a Análise Textual Discursiva consiste em ciclos com a desconstrução do *corpus* (conjunto de documentos) para exame do texto em seus detalhes, tentando atingir unidades de análise. Os mesmos autores relatam que se faz necessário estabelecer relações entre as unidades, reunindo elementos próximos a fim de criar categorias para uma nova compreensão.

Para análise das concepções de ambiente (Quadro 2) e EA (Quadro 3), foram utilizadas as categorias pré-definidas de Layrargues e Lima (2014), Morin (2015a), Strugal (2018), e Heerdt e Motta (2016).

Quadro 2. Categorias pré-definidas e seus critérios para concepção de ambiente.

Concepção de Ambiente	Crítérios
Natureza*	Constituído apenas pelos aspectos naturais do ambiente sem a intervenção humana, ou quando o ser humano é incluído demonstra-se totalmente romantizado no ambiental natural, dicotomiza sociedade e natureza.
Recurso*	Onde precisamos administrar e gerenciar. Também apresentado como um problema para ser resolvido com atitudes corretas para que os recursos não acabem.
Socioambiental*	Apresenta as dimensões sociais, econômicas e políticas, relação entre a sociedade e a natureza.
Multidimensional**	Nada é visto isoladamente, apresentando as conexões das dimensões sociais, individuais, históricas, psicológicas, espirituais, etc.
Generalista***	Apresentado de uma forma geral e abrangente, sem especificar nenhuma dimensão.

Fonte: Adaptado de *Layrargues e Lima (2014), **Morin (2015a), ***Strugal (2018), ****Heerdt e Motta (2016).

Quadro 3. Categorias concepções de Educação Ambiental.

Concepção de EA	Crítérios
Conservacionista*	Forte viés comportamentalista chamado de adestramento ambiental, busca a mudança de comportamento individual, apresentando conceitos da ecologia, valorizando somente a afetividade em relação à natureza. Não questiona a estrutura social.
Pragmática*	Focado na resolução dos problemas ambientais, definido pelo capitalismo de mercado e as mudanças possíveis tem de se conformar nesses limites.
Crítica*	Envolve questões Sociais de Cidadania, Democracia, Participação, Emancipação, Conflito, Justiça Ambiental e Transformação Social.
Complexidade**	Envolve a religação dos saberes e a conexão das dimensões sociais, individuais, históricas, psicológicas, espirituais, físicas e cognitivas.
Reflexiva****	As questões ambientais apresentam-se de modo reflexivo, com algumas conexões com o contexto, mas sem explicitar de forma clara questões de ordem social, política, cultural e/ou econômica.

Fonte: Adaptado de *Layrargues e Lima (2014), **Morin (2015a), ***Strugal (2018), ****Heerdt e Motta (2016).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O grupo focal foi realizado em uma das visitas ao colégio. Neste dia, os professores se sentaram em círculo para discutir algumas questões que os moderadores colocaram para serem debatidas. Inicialmente, percebeu-se certa timidez por parte dos professores, que ao longo da conversa foi se desfazendo. O primeiro questionamento feito aos professores foi sobre sua concepção de ambiente; a discussão iniciou-se com respostas mais “Generalistas”, categoria proposta por Heerdt e Motta (2016), na qual os professores relataram o ambiente como: “Espaço” (PG1) e “É onde estamos” (PG2). Estas deram ênfase à dimensão física do ambiente, sem especificar suas relações. Destaca-se que foram respostas dadas pelos professores de Geografia, evidenciando a influência da área.

Já os professores de História (PH1) e Letras (PLP2) evidenciaram a concepção de ambiente como recurso, citando a problemática do lixo:

“Hoje pensar meio ambiente a gente pensa muito na questão do lixo, produção de lixo principalmente” (PH1).

“Aqui na cidade é um problema muito sério a questão do lixo, porque a gente tem aterro, tem a coleta de lixo, mas falta a parte da educação ambiental mesmo, das pessoas jogarem o lixo separado” (PLP2).

Outra percepção de ambiente citada pelo professor de Ciências Sociais foi o respeito ao ambiente, que também pode ser considerada uma visão naturalista, como exemplifica a frase: “...do respeito né com o meio ambiente em si...” (PSC).

Na continuidade da discussão, o professor de Geografia trouxe uma importante reflexão para o grupo: “Muitas vezes o meio ambiente é atrelado à ideia de conservação ambiental, sei lá, de tratamento do lixo, mas talvez seja só uma parte do que seja o todo ao analisar quando estamos falando do meio ambiente”. Com este comentário, o professor trouxe uma concepção mais complexa, questionando outras dimensões que possuem o ambiente, sendo considerada uma concepção com nuances socioambientais. Mesmo com essa explanação do professor, os participantes ainda mantiveram a discussão em torno da concepção de ambiente como “Recurso” e “Natureza”. Esse fato pode ser verificado na fala da professora:

“Quando vocês vieram à gente ainda tava naquele processo de saída da seca, e nós contávamos bastante da seca do rio Piquiri, que tem umas cachoeiras muito lindas aqui na nossa região e durante o mês de setembro ela desapareceu por causa da seca, agrotóxico, lixo enfim, a situação da degradação do meio ambiente, nós comentávamos naqueles dias” (PH1).

“Até mesmo aquele dia que foi feito o desenho a questão do meio ambiente, todo mundo fez o que relatou a fauna e a flora, alguns colocaram a destruição ali da mata e é isso” (PCB2).

Apesar do professor de História citar a mesma concepção Recurso, apresentada inicialmente, percebe-se que ele trouxe mais elementos em sua fala, relatando um problema local da comunidade, contextualizando e trazendo também algumas causas que ele considerou serem as principais para o problema da falta de água. Os professores de Geografia relataram novamente uma concepção de ambiente com nuances da concepção socioambiental, demonstrando uma visão mais complexa do ambiente, trazendo a noção de pertencimento ao meio:

“Porque a questão meio ambiente é o local que nós estamos, qualquer lugar é o meio ambiente, onde nós estamos né, eu vejo assim. Que até para os alunos nós temos que mostrar o local onde eles estão para que eles comecem a pensar em outras localidades. Não adianta falar assim da mata da degradação e de repente o meio que ele está inserido não está cuidando” (PG2).

“Ou até mesmo ele se coloca fora disso, isso que a professora falou pensa na fauna e na flora esquece do ser humano” (PG1).

Percebeu-se que, apesar dos professores de Geografia relatarem uma concepção generalista no início da discussão, à medida que o debate avançou, eles trouxeram mais elementos em sua fala, se diferenciando dos outros professores. Para melhor compreender a categorização realizada desta questão, sobre como eles concebiam o ambiente, o quadro 4 (na página seguinte) foi construído com os resultados obtidos. O número de professores que não responderam pode ser explicado pela dificuldade dos professores em se expressar e discutir no grupo suas concepções, ou por compartilhar as mesmas opiniões que já haviam sido relatadas pelos colegas do grupo.

Estes resultados se assemelham aos encontrados por Freitas et al. (2017), ao pesquisar professores do município de Pitanga-PR, no qual grande parte dos professores apresentaram uma visão naturalista do ambiente, não entendendo o ser humano como parte da sociedade e suas relações. Segundo Carvalho (2008), a concepção de natureza e recurso é muito comum quando se fala em ambiente, remetendo a natureza como ordem biológica, pacificada e equilibrada, independente do homem, e quando este é retrato,

aparece sendo como um problema para a natureza, buscando sua solução.

Quadro 4. Concepções de ambiente citadas pelos professores entrevistados no grupo focal.

Categoria	Área	Quantidade
Generalista	Geografia (PG1 e PG2)	2
Natureza	Ciências Sociais (PSC), Ciências Biológicas (PCB2)	2
Recurso	História e Letras (PH1) (PLP2)	2
Socioambiental	Geografia (PG1 e PG2)	2
Multidimensional	--	--
Não respondeu	Letras (PLP1, PLP3), História (PH2), Ciências Biológicas (PCB1) e Matemática (PM)	5

Fonte: Autoras (2019).

Esta visão dicotômica entre natureza/sociedade traz consequências. Segundo Morin (2015b), esse pensamento não oportuniza a compreensão e a reflexão, pois, ao separar, se fragmenta o complexo em pedaços separados, fraciona-se os problemas e unidimensionaliza o multidimensional.

Para Carvalho (2008), é necessário superar essas visões pela concepção de ambiente socioambiental, superando a visão dicotômica, demonstrando as relações e interações permanentes entre sociedade e natureza. Já o pensamento no complexo Morin (2015b) traz a concepção de ambiente multidimensional, a partir da mudança paradigmática e a reforma de pensamento, que não foi encontrada nesta análise.

No segundo questionamento, sobre a concepção de EA, a discussão iniciou com concepções categorizadas como conservadoras e pragmáticas. Os professores citaram a palavra conscientizar, bem como o cuidado com o ambiente e seus recursos. Grande parte do diálogo foi relacionado a essas questões, como podemos visualizar nas falas:

“A questão de conscientizar, de cuidar do meio ambiente, se você está cuidando do meio ambiente você está cuidando dos recursos naturais que ela oferece né, no seu meio que está inserido” (PLP3).

“Educação Ambiental para mim seria a forma que você vai viver utilizando-se da natureza, mas sem prejudicá-la, prejudicando o mínimo possível. Água ou outros recursos, utilizando de forma bem consciente, sustentável, tentando prejudicar o menos possível, sem impacto, um equilíbrio entre o homem e a natureza” (PH2).

“Conscientização” (PCB1).

“Conscientizar os alunos ou tentar colocar na cabeça deles que a gente tá aqui só de passagem que o mundo na verdade não é nosso. Que a gente tá aqui só de passagem e que tem outros que vem depois da gente, que vão vir e vão ter que ter água, ter recursos naturais também. Cuidar disso como se fosse emprestado, não como se fosse deles” (PLP2).

Segundo Paulo Freire (1980), a conscientização vai muito além do que tomar consciência sobre a realidade, como conhecido no senso comum, mas significa um ato de ação-reflexão, “a consciência implica, pois, que ultrapassemos a esfera da espontânea de apreensão da realidade, para chegarmos a uma esfera crítica na qual a realidade se dá como objeto cognoscível e na qual o homem assume uma posição epistemológica” (p. 26). Os professores também mencionaram a importância do agir localmente e de conhecer o ambiente que o aluno está inserido, relatando da seguinte forma:

“E esse cuidado começa ali com eles na própria casa, no quarto, no caderno cuidando do que ele tem para que ele possa cuidar de todos da extensão” (PG2).

“Instrumentalizar, pensar assim que se fala muito do global, pensar do global: Ah, estão desmatando a Amazônia, está acontecendo tal coisa sei lá, a área deserta está aumentando... Mas, é aquele negócio de pensar globalmente e agir localmente. Ele tem que fazer o papel dele no local onde ele está, essa é a própria ajuda, digamos assim, que ele pode dar. Ele pode pensar no global sim, ter estas questões, mas a partir do local em que ele está começar tomar suas atitudes” (PG1).

Percebeu-se que o professor de Geografia fez críticas a ações recorrentemente praticadas na EA em vertentes conservadoras, que não estão próximas do educando e sem contextualização. Podemos considerar que esta fala não possui todos os elementos de uma concepção crítica, mas também não é pragmática ou conservadora e, desta forma, adotamos uma nova categoria chamada reflexiva. Esta categoria foi cunhada por Strugal (2018), na qual os participantes trouxeram temáticas ambientais com algumas conexões com o contexto, mas não explicitaram questões de ordem social, política, cultural e econômica. O Quadro 5 resume os resultados e as categorias da concepção de EA relatada pelos professores no grupo focal.

Quadro 5. Concepções de Educação Ambiental relatadas pelos professores no grupo focal.

Categorias	Áreas	Quantidade
Conservadora	Ciências Biológicas (PCB1), Letras (PLP2)	2
Pragmática	História (PH2), Letras (PLP3), Ciências Sociais	3
Reflexiva	Geografia (PG1 e PG2)	2
Crítica	--	--
Complexa	--	--
Não respondeu	Matemática, Ciências Biológicas (PCB2), Letras (PLPI1), História (PH1)	4

Fonte: Autoras (2019).

Pôde-se perceber, ao comparar as respostas com a pergunta anterior sobre a concepção ambiental, que a concepção de ambiente se refletirá na prática e concepção da EA, ou seja, a visão do ambiente voltada para a dimensão natural ou como recurso, conseqüentemente se refletirá em práticas da EA conservadoras e pragmáticas.

Percebeu-se que as categorias crítica e complexa não foram encontradas. Isso se deve, provavelmente, pelo ensino cartesiano a que todos fomos submetidos. Morin (2015) relata que sem uma visão multidimensional de ambiente e de homem, continuaremos resolvendo os problemas de maneira fragmentada e dissociada.

Ao perguntar se durante a graduação os professores tiveram contato com a EA, grande parte dos professores inicialmente respondeu que não, mas, ao longo da conversa, surgiram algumas situações em que, em algum momento, revelaram experiências com a EA (Quadro 6).

Os professores de Ciências Sociais e Geografia mencionaram que tiveram experiências na formação inicial a partir do currículo da graduação, sendo que o professor de Ciências Sociais foi o único dentre os participantes que teve a disciplina específica de EA no currículo da graduação, mas não trouxe mais detalhes de como ela foi abordada. Os demais professores, em seus relatos, evidenciaram uma ocorrência periférica em relação ao currículo, como demonstram as seguintes falas:

“Específica da educação ambiental não, mas algumas disciplinas abriam leque para este tipo de discussão e alguns projetos de extensão também, que você poderia estar participando, mas na grade curricular especificamente educação ambiental não, mas algumas disciplinas abre o leque para este tipo de discussão” (PG1).

“Na minha graduação também não teve nenhuma matéria específica de educação ambiental, mas todas as disciplinas em si, né, a professora comentava ou fazia algum trabalho. Principalmente na área de estágio, a gente trabalhava com minicursos, eram assuntos relacionados educação ambiental, conservação do meio ambiente, reciclagem de lixo, essas coisas, então eles partiam mais para o lado do estágio para fazer esses tipos de minicursos relacionados” (PCB2).

A secundarização da EA no Ensino Superior é comumente encontrada, pois assim como relatam Neves e Festozo (2001), a EA muitas vezes “é tratada em projetos à parte, que mobilizam saberes e ações que até podem se articular aos demais componentes curriculares, mas de forma indireta e até “intuitiva”, já que os professores afirmam não terem segurança ou apoio didático para a sua realização” (p. 9). Esta secundarização na formação inicial pode dificultar uma reflexão mais aprofundada por parte dos alunos dos cursos de licenciatura.

Quando foi perguntado ao professor de Biologia (PCB2) onde eles se fundamentavam para realizar as oficinas, este não soube dizer. Maia (2015) critica essa tendência dominante na formação dos cursos de licenciatura, voltada para a racionalidade técnica e positivista, na qual separa teoria e prática. Nesta formação, o aluno, futuro professor, não tem conhecimentos e métodos devidamente aprofundados para enfrentar as contradições da escola e da sociedade.

A secundarização da EA pode ser compreendida como uma das consequências do modelo de formação inicial, que, segundo Moraes (2010), se baseia em uma desatualização teórica e prática, bem como um excesso de disciplinas. A autora também deixa claro que essa forma de ensino homogeneiza o professorado e não observa as necessidades de cada profissional e, dessa forma, os processos vivenciados durante a formação são alienantes e desestimuladores, formando muitas vezes profissionais sem autonomia e protagonismo.

Outras respostas a esta questão foram dos professores de Matemática e Ciências Biológicas, relatando que tiveram contato com a EA somente na pós-graduação:

“Minha graduação foi muito técnica né, a gente trabalha muito a matemática então não tive conhecimento nenhum em educação ambiental na graduação, nenhum. Ai na pós-graduação quando fiz educação no campo, até eles comentavam algumas coisas, mas nada muito afundo” (PM).

“Eu mesma na educação ambiental foi na pós-graduação, específica de educação ambiental, na graduação acho que na biologia teve algumas coisas que era explanado, mas não específico, não me lembro agora porque faz muito tempo, uma disciplina específica não lembro de ter. Quando eu fiz a complementação em biologia tinha os professores que trabalhavam alguma coisinha, mas mesmo assim foi na pós-graduação” (PCB1).

As respostas acima reforçam a importância da formação continuada, pois somos seres inacabados, e o processo de formação é fundamental (FREIRE, 1987). Tozoni-Reis e Campos (2014) mencionam que “a educação tem como objetivo realizar esta tarefa de formação, através de um processo de conscientização que significa conhecer e interpretar a realidade e atuar sobre ela, construindo-a” (p. 150). Este processo é longo e como aponta Diniz (2008) a formação de uma consciência ambiental não surge espontaneamente, ela é construída ao longo da formação humana.

Percebemos pelas falas dos professores, que os momentos em que a EA se fez presente em sua formação foi de maneira pontual e esporádica, ou seja, secundária, como já apontado anteriormente. A Quadro 6 demonstra um resumo das categorias que emergiram, sobre as experiências em EA na Formação dos professores.

Quadro 6. Experiências em EA na Formação Inicial/Continuada dos professores participantes da pesquisa.

Categorias	Áreas	Quantidade
Currículo	Ciências Sociais (PCS), Geografia (PG1)	2
Ocorrência Periférica ao Currículo	Geografia (PG1), Ciências Biológicas (PCB1) e (PCB2), História (PH2)	4
Pós-graduação	Matemática (PM) e Ciências Biológicas (PCB1)	2
Não responderam	Geografia (PG2), História (PH1) e Letras (PLPII, PLP2 e PLP3)	5

Fonte: Autoras (2019).

Na sequência, questionou-se de que forma eles trabalham a EA no contexto escolar. Nesta pergunta, identificou-se duas formas de inserção da EA: por meio da disciplina que atuam ou por meio de projetos. A seguir,

temos a fala dos professores de História, Letras, Matemática, quando relataram sobre a inserção da EA em sua disciplina:

“Ontem ainda eu trabalhei sobre produção, porque o nosso produto de algumas salas ele fala disso, do terceiro milênio, dos desafios do terceiro milênio que hoje em dia é combater o crime organizado, a questão das migrações e a questão de produção de lixos e poluentes. Ontem a gente comentava com os alunos do nono sobre os combustíveis, o diesel o álcool, qual era mais poluente, acho que eles também estavam estudando isso em ciências que eles comentaram, como a gente estava trabalhando se encaixou.” (PH1).

“Nós em Português somos mais questão de leitura, conscientização, interpretação textual, mais teoria mesmo, dentro da disciplina” (PLP3).

“Na minha disciplina eu trabalhei ontem estatística nos sétimos anos e análise de gráficos, eu pedi para que eles buscassem um gráfico que estivesse relacionado ao dia a dia deles, que fosse uma informação que fosse importante e alguns alunos trouxeram sobre o desmatamento de 2009 até 2016 que saiu uma pesquisa, nessa brecha eu aproveitei para conversar sobre o assunto, sobre a produção de lixo também bastante alunos pesquisaram sobre. Como a disciplina não é relacionado, a gente tem que fazer pesquisas a parte pra poder explicar para o aluno, não é específico, não é muito científico porque a gente não se aperfeiçoa tanto, mas o que a gente pode a gente tá auxiliando” (PM).

Os professores demonstraram, nas suas falas, que reconhecem a importância da EA e procuram abordá-la em seu conteúdo, tendo iniciativa em relação à transversalidade recomendada pela Diretriz Curricular Nacional de EA. Porém, os exemplos revelam certa superficialidade e carência de contextualização e criticidade nas ações mencionadas. O professor de Geografia trouxe uma visão diferente dos demais em relação à EA, lembrando as diferentes dimensões que podem ser trabalhadas:

“Eu acho que a questão da educação ambiental, ela tá relacionada com a questão da sustentabilidade, não sei se esta ideia é correta, de relacionar a educação ambiental com sustentabilidade, meio ambiente sustentável dada a degradação da natureza, a gente trabalha isso em geografia também, tem vários temas, vários conteúdos que a gente trabalha essa parte ambiental também da educação para a preservação do meio ambiente, principalmente a parte física da geografia. Não que a gente não possa estar atrelando as questões econômicas, culturais, sociais, mas principalmente a área física da geografia dá a possibilidade de trabalhar muitas coisas” (PG1).

Os professores da área de Geografia no grupo focal e no questionário trouxeram reflexões mais amplas sobre a dimensão ambiental. Isso se deve a esta área perpassar pelas diferentes dimensões do ambiente, mas percebeu-se na fala do professor que o mesmo enfatiza a Geografia física, existindo dificuldades em correlacionar as diferentes dimensões. Segundo Morin (2015a), a Geografia é uma ciência multidimensional, que

vai da Geologia aos fenômenos econômicos e sociais, abrange a física terrestre, a biosfera e as implantações humanas. O professor de Geografia continua com a discussão:

“É interessante essa questão da educação ambiental de colocar o aluno, ele é participativo, mas ele é também um fiscalizador, porque talvez o maior prejudicial do ambiente sejam as indústrias, não é nem a questão doméstica, eles fazendo a parte deles, mas a questão de fiscalizar, aquela tal indústria ela não tá tendo os procedimentos corretos na preservação do ambiente, ele é um fiscalizador disso, sei lá, entrar em contato com algum órgão público para tentar resolver essa situação, aí já vem já em uma escala maior. Porque parece que sempre o culpado somos nós ao desperdício na água, o lixo doméstico, a gente não vê a questão da agricultura que tem um desperdício muito maior de água, a indústria, temos que colocar somos os mais fracos e vamos colocar a culpa em nós e vamos aceitar, claro que a gente tem o nosso papel, tem nossa obrigação, mas também fiscalizar aqueles que são os maiores prejudiciais” (PG1).

Também se evidencia na fala do professor de Geografia uma percepção crítica da EA, ao explicitar que a responsabilidade da indústria e agricultura é diferente das pessoas individualmente. Ele inclusive critica o famoso jargão “cada um fazendo a sua parte”, problematizando-o ao denunciar que a responsabilidade é colocada sobre os ombros dos mais fracos. Para Morin (2000), precisamos assumir a complexidade da condição humana que envolve um circuito entre indivíduo/sociedade/espécie, pois são inseparáveis e co-produtores um do outro. Sendo assim, para o autor “qualquer concepção do gênero humano significa desenvolvimento conjunto das autonomias individuais, das participações comunitárias e do sentimento de pertencer à espécie humana” (p. 106).

A professora de Biologia relatou uma experiência vivenciada por ela, que muitas vezes acontece nos colégios, chamado de adestramento ambiental, uma visão conservadora da prática em EA:

“(…) até na última aula trabalhei com eles esta questão do lixo, aí nós saímos ali da escola e menininho da sala que eu tava trabalhando essa questão, saiu do mercado, comprou chocolate, sei lá o que era, e foi indo na minha frente, quando eu vejo ele põe o lixo no chão, ah mas aquilo me subiu o sangue, peguei e chamei ele, fulano espere um pouquinho que a professora quer falar com você, daí conversei baixinho com ele, mas o que a professora acabou de falar na sala de aula, o que nós estava falando, trabalhando com a turma, aí ele ficou todo sem graça. Mas acho que é assim que a gente tem que mostrar pra eles, fazer um trabalho nesta questão” (PCB1).

Segundo Brügger (1993), o adestramento ambiental torna-se questionável, pois se trata apenas de um treinamento, e não de um processo complexo de formação. Relata ainda que atividades com caráter

essencialmente técnico, objetivando somente a mudança de comportamento, dificilmente trará resultados efetivos para as questões ambientais.

Outros professores relataram atuações na EA por meio de projetos, trabalhando em sua grande parte a temática resíduos sólidos. A inserção da EA no ambiente escolar fica muitas vezes limitada a projetos que ocorrem em datas específicas do calendário escolar, se restringindo a uma única problemática. A questão do lixo veio à tona na fala dos professores. O trabalho com essa temática é essencial, mas é preciso ir além do que está sendo focalizado na escola, com questionamentos em relação à sociedade de consumo.

Podemos perceber que a inserção da EA na disciplina ou por meio de projetos traz a dicotomização entre teoria e prática, no qual os professores valorizam mais a prática em detrimento da teoria, que pode ser explicado pelo modelo de ciência e ensino tecnicista. A prática é essencial para a EA, mas a teoria é fundamental para uma prática que atenda as demandas do contexto da escola, mas Loureiro (2012, p. 327) enfatiza que “teoria e prática não estão descoladas, conhecer e agir são dimensões próprias que ganham condição para transformar a realidade à medida que se relacionam e se constituem mutuamente”.

Resultado semelhante foi encontrado por Teixeira e Talamoni (2014), que identificaram dicotomia existente entre prática e teoria quando se trata dos problemas socioambientais. Apesar destes problemas, as falas dos professores demonstraram uma intencionalidade de incorporarem a dimensão ambiental em suas práticas, sinalizando uma abertura e interesse pelas problemáticas ambientais. A Quadro 7 resume as categorias que emergiram da inserção da EA pelos professores no contexto escolar.

Quadro 7. Inserção da EA trabalhada pelos professores no contexto escolar.

Categorias	Áreas	Quantidade
Disciplina Ministrada	História (PH1), Letras (PLPI1, PLP2, PLP3), Ciências Sociais (PCS), Matemática (PM), Geografia (PG1)	6
Projetos no ambiente escolar	Ciências Biológicas (PCB1), Matemática (PM), Letras (PLPI1)	3
Não responderam	História (PH2), Geografia (PG2)	2

Fonte: Autoras (2019).

Quando perguntou se os professores conheciam as leis que regulamentam a EA no ensino formal, como a Política Nacional de Educação Ambiental e as Diretrizes Curriculares em Educação Ambiental, os mesmos relataram não as conhecer. Somente os participantes das áreas de Matemática e Ciências disseram ter visto superficialmente na pós-graduação, os demais falaram nunca ter visto. Um professor chegou a dizer: “*É que nem caviar (PH1)*”, exemplificado pela frase de uma música muito popular no Brasil o desconhecimento das leis. Esse fator potencializa a dificuldade de inserção da EA no âmbito escolar.

Ao falar das legislações que regulamentam a EA no ensino, os professores mencionam as Diretrizes Curriculares Estaduais para a Educação Básica, que orientam a construção da disciplina ao longo do ano, a partir dela abordam temas transversais.

Ao serem indagados se tiveram formação para cumprir as recomendações das Diretrizes Curriculares Estaduais para a Educação Básica, mencionadas por eles, os professores relataram que não havia. O professor de História relatou que: “*É cada um por si*” (PH1). Já o professor de Matemática completou a frase: “*É através de pesquisa, a gente pesquisa. Como a gente domina o conteúdo, tem conhecimento sobre o conteúdo, então a gente vê o que consegue inserir deste tema neste conteúdo*”. Percebeu-se que os professores têm iniciativa de buscar através de pesquisas a temática, mas também é necessário formação e material de apoio para que trabalhem as temáticas ambientais de forma crítica e complexa.

Percebeu-se que há conhecimento de um dos princípios da EA que é a transversalidade recomendada na legislação, mas em relação às Políticas ligadas diretamente à EA, há um desconhecimento. Isto se deve a formulação e implantação destas Políticas que, segundo Teixeira et al. (2018), as políticas implantadas no Brasil promoveram grande crescimento da EA no país, mas também uma inserção no âmbito escolar frágil, por não discutir as questões epistemológicas e teóricas da EA, resultando em práticas imediatistas, pragmáticas, fragmentadas, pontuais e cotidianas, fazendo com que muitas vezes a EA fique em segundo plano, como um penduricalho ou acessório no currículo das instituições. Para Contreras (2012), é muito difícil transformar o ensino se a mudança não partir dos próprios professores, se eles não estiverem dispostos a participar e alimentar suas posições.

Na pergunta realizada sobre a estação ecológica, presente no município, muitos outros fatores surgiram, evidenciando a complexidade envolvida nas temáticas ambientais:

“Na verdade, nós vivemos em um dilema, eu vou falar da minha concepção. Nós vivemos um dilema aqui na cidade, um dilema de crescimento e de um crescimento sustentável, esse é o problema, porque a cidade não consegue expandir, porque nós temos muito mato, isso é bom, mas também é ruim. Meu irmão tem um terreno aqui perto daí o cara que vendeu pra ele tirou os pinheiros e foi condenado a plantar 5 mil mudas de pinheiro de novo, 5 mil mudas vai tomar o terreno dele, ele não vai conseguir fazer mais nada, é ótimo, mas também não é bom.” (PH1).

“O município tá recebendo por isso, essa é a ideia, essa é a ideia da estação, porque o município está recebendo. Falo em relação a dilema porque a cidade em si ela não tem pra onde expandir agora, não tem pra onde construir casas, parou aqui. O agronegócio, ele é muito forte, ele é um dos inimigos da educação ambiental” (PH1).

“Hoje a gente estava comentando de manhã que um aluno ontem na aula dela, que ele não ia estudar porque aqui na cidade nem emprego não tinha, em uma cidade tão pequena não precisava estudar. Então eles acham que existe somente aqui, porque tem gente que não conhece outras cidades” (PCS).

Nessas falas, percebemos as consequências dos problemas ambientais e que a crise societária vem se agravando, não sendo dissociada da crise ambiental, em que alguns grupos sociais sofrem mais do que outros. Isso vem se agravando devido à relação de exploração do homem à natureza e do homem pelo homem (TEIXEIRA *et al.* 2018). O grupo social do campo e da agricultura familiar vem sendo devorado pelo agronegócio, trazendo graves consequências para municípios com reduzido número de habitantes, assim como o município foco da pesquisa.

Ao analisar a história do município, percebe-se que a cidade é marcada pelo extrativismo, principalmente pelas madeiras que se instalaram na região no início de sua história, onde exploraram e usufruíram ao máximo seus recursos naturais, enriqueceram e foram para outras localidades, deixando a população sem recurso, emprego e com graves problemas socioambientais. Esta relação entre a sociedade e a natureza é nomeada pela autora Carvalho (2008) de conflitos socioambientais, em que alguns grupos sociais se apropriam dos bens naturais que são de uso coletivo e assim como os bens econômicos e sociais, os bens ambientais são distribuídos de forma desigual. Os interesses dos grupos com maior força econômica e política se sobrepõem aos interesses coletivos, mas a degradação ambiental é socializada em todos os grupos.

Esse contexto de crise socioeconômica da comunidade onde a escola está situada influencia fortemente o professor, pois ele está muito próximo da comunidade e vivencia todos os seus problemas. Moraes (2010) relata que a formação docente vai muito além de aspectos pedagógicos, mas envolve as condições de trabalho, de emprego e salarial. E segundo Arnt (2010), é essencial compreender as comunidades educacionais, porém para tanto, é

necessário adentrar os processos sociais e compreendê-los como uma complexa rede de relações, buscando seus elementos, percebendo relações entre eles e identificando possíveis contradições.

Percebeu-se aqui em suas falas que os professores têm conhecimento da dimensão social da temática ambiental, mas que não consideram esta dimensão quando se fala somente sobre a EA. Nossa forma de pensar é tão fragmentada que os professores não concebem como EA problemas tão complexos vivenciados por eles no cotidiano. Moraes (2010) acredita que “a grande maioria dos educadores não tem clareza a respeito da existência de relações lógicas entre várias dimensões caracterizadoras dos diversos paradigmas científicos” (p. 175). Dessa forma, os professores têm dificuldades em compreender o ambiente a partir de uma perspectiva complexa como se apresenta, em suas diferentes dimensões, sem arcabouço teórico, não identificam as diferentes temáticas e dimensões socioambientais.

Quando se perguntou quais seriam as sugestões para trabalhar a EA no ambiente escolar, obteve-se as seguintes respostas:

“No sentido da valorização do espaço do meio em que está inserido, na natureza, até da reserva do caminho que a gente leva. Eu nunca tinha vindo para esta cidade, eu vim conhecer a escola e a gente se assusta pelas curvas, mas se encanta pela paisagem, pela mata” (PH2).

“O começo é uma quebra de paradigmas muito grande porque na Universidade a gente quer conquistar o mundo, a gente vê tantas possibilidades, abre a mente, nossa eu quero fazer isso, eu quero ir pra fora, quero fazer tal coisa, aí você vem conversar com o terceiro ano: “Não sei, eu acho que vou trabalhar de tratorista, não precisa nem ter carteira de motorista”. Então a gente vê uma diferença muito grande, a gente vai nessa tentativa de instigar ele a procurar uma coisa diferente” (PG1).

“Nós que estamos aqui como eu que já faz tempo, a gente quer que os nossos alunos tenham sucesso, a gente quer ensinar e depois que eles voltem realizados e felizes por estarem aqui” (PLP2).

As falas voltaram-se para a valorização e pertencimento dos alunos a sua região, sugerindo formas de trabalho com EA que resgate esse pertencimento. Sobre este sentimento de pertença a região, Morin (2015a) enfatiza como relevante para sensibilização e conscientização socioambiental, tendo em vista que um dos fatores que agravou a crise socioambiental foi o desenraizamento do ser humano em relação ao seu ambiente.

As respostas buscaram atividades que atingissem o ser multidimensional, nas dimensões sociais, psicológicas etc., demonstrando também a relação afetiva com o meio, como na fala (PCS) que evoca a beleza da visão do campo, que não existe em escolas da cidade, a

preocupação com a questão econômica e social da cidade, que não oferece muitas possibilidades para os jovens trabalharem, que justifica a falta de perspectivas futuras. Esta conversa demonstrou a importância de planejar e realizar novas metodologias e possibilidades educativas no trabalho pedagógico, o qual expanda também para políticas públicas que valorizassem a região e a comunidade que eles estão inseridos. Teixeira et al. (2018) relatam que é necessário inovar nas formas de ensino e aprendizagem e incorporar novos conteúdos para efetivar a função social da escola, que transforme as relações entre sociedade e ambiente.

Ao analisar as concepções dos professores em relação à EA e sua inserção no contexto escolar, percebeu-se que os professores reconhecem a importância da prática da EA de modo transversal. Mas concebem a EA a partir de abordagens conservadoras e pragmáticas, concebendo o ambiente como natureza e recurso. Alguns professores, como os da área da Geografia, explicitaram as concepções socioambientais para o ambiente e reflexiva para a EA, outros apresentaram estas concepções em suas falas quando se tratou da unidade de conservação, mas sem considerar estas questões como EA. Em relação às experiências com a EA, percebeu-se a secundarização da EA no ensino superior e no colégio práticas pontuais e fragmentadas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar a complexidade envolvida na inserção da EA no contexto escolar, ficou evidente que a prática da EA dos professores é determinada por uma rede complexa de relações, existindo muitas variáveis envolvidas, as quais podem ser compreendidas mais facilmente se analisadas conjuntamente.

Sobre a prática do professor, verificou-se que estes reconhecem a importância da EA, mas as falas relatadas, sobre a prática da EA, se enquadram nas abordagens conservadoras e pragmáticas. As concepções de ambiente voltam-se somente para a dimensão natural ou concebendo o ambiente como um recurso, somente os professores de Geografia apresentaram uma visão com características socioambientais.

Em relação ao conhecimento das Políticas que regulamentam a EA no ensino formal, os professores demonstraram desconhecer tais leis. Poucos relatos envolveram a temática ambiental durante sua formação inicial, na qual percebeu-se que a EA foi abordada de forma secundarizada no Ensino Superior. Este contexto pode refletir na deficiência constatada na prática do professor, pois não possuem bases teóricas e metodológicas para o

entendimento de uma EA socioambiental e multidimensional, para cumprir a legislação e, inclusive, questioná-la. Mesmo assim, também se percebeu em muitos relatos, características de reflexividade e criticidade em alguns professores.

Destacamos que existem diversas dimensões que determinam a prática do professor em sala de aula, e que neste caso foram detectadas lacunas na formação inicial e influência do contexto em que se inserem os professores como aspectos decisivos da sua prática. Os resultados apontam para a distância entre o que existe nas leis e sua implementação. Essa distância só poderá ser vencida por meio de investimentos e valorização da educação, do professor, do meio ambiente, aspectos esses que parecem apenas se distanciar considerando-se o contexto político e social do Brasil.

REFERÊNCIAS

- AGUDO, M. M.; TOZONI-REIS, M. F. C. Educação ambiental nos anos iniciais do ensino fundamental a partir do conto “A Maior Flor do Mundo” de José Saramago. *In*: TOZONI-REIS, M. F. C.; MAIA, J. S. (org.). **Educação ambiental a várias mãos: Educação escolar, Currículo e Políticas públicas**. 1. ed. Araraquara: Junqueira & Marin, 2014. p. 10-25.
- AMORIM, F. V. CALLONI, H. Compreensões da Educação Ambiental: possibilidades e desafios do paradigma da complexidade. **Revista de Ciências Humanas**, Florianópolis, v. 47, n. 2, p.272-288, 2013.
- ARNT, R. M. Formação de professores e didática transdisciplinar: aproximações em foco. *In*: MORAES, M. C. NAVAS, J. M. B. (ogs.) **Complexidade e transdisciplinaridade em educação: teoria e prática docente**. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2010. p. 109-136.
- BRASIL. **Política Nacional de Educação Ambiental, Lei 9795**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 27 abr. 1999. Disponível em: <www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm> Acesso em: 15 de outubro 2018.
- BRASIL. Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012. **Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental**. Disponível em: <<http://mobile.cnte.org.br:8080/legislacao-externo/rest/lei/89/pdf>>. Acesso em 20 de outubro de 2018.
- BRÜGGER, P. **Educação ou Adestramento Ambiental**. 1993. Dissertação (Mestrado em Educação do Centro de Ciências da Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1993.

- CARVALHO, I. C. M. **Educação Ambiental: A formação do sujeito ecológico**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2008.
- CONTRERAS, J. **Autonomia de professores**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2012.
- DINIZ, B. Relato de Experiência: A Educação Ambiental na formação de professores. **Revista Simbio-Logias**, Botucatu, v. 1, n. 2, p. 1-12, 2008.
- FAVARO, J. L. **Geografia da política de desenvolvimento territorial rural: sujeitos, institucionalidades, participação e conflitos no território da cidadania Paraná Centro**. 2014. 380f. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Geografia), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.
- FREIRE, P. **Conscientização: teoria e prática da libertação: uma introdução ao pensamento de Paulo Freire**. 3. ed. São Paulo: Moraes, 1980.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- FREITAS, M.; MAZUREK, D.; KATAOKA, M. A.; AFFONSO, A. L. S. Representações sociais de ambiente de professores, funcionários e alunos numa escola privada de Pitanga – PR, **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande do Sul, Edição especial XVI Encontro Paranaense de Educação Ambiental, p. 228-242, 2017.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GONDIM, S. M. G. Grupos focais como técnica de investigação qualitativa: desafios metodológicos. **Paidéia**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 24, p. 149-161, 2003.
- GUIMARÃES, M. Educação Ambiental Crítica. *In*: LAYRARGUES, P. P. (coord.) **Identidades da Educação Ambiental Brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente e Diretoria de Educação Ambiental, 2004.
- HEERDT, B; MOTTA, R. A. Educação Ambiental e Meio Ambiente: noções de professores do ensino fundamental. **ENSINO & PESQUISA – Revista Multidisciplinar de Licenciatura e Formação docente**, União da Vitória, v 14, n. 2, p.177-196, 2016.
- JAPIASSU, H. **Interdisciplinaridade e Patologia do Saber**. Rio de Janeiro: Imago Ltda, 1976.
- KATAOKA, A. M.; ANTONIO, J. M.; NEUMANN, P. Contribuições de Edgar Morin para um curso de formação continuada para professores em Educação Ambiental. **Cadernos de Pesquisa: Pensamento Educacional**, Curitiba, n. especial, p. 67-84, 2018.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. C. As Macrotendências Político-pedagógicas da Educação Ambiental Brasileira. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 23-40, 2014.

LOUREIRO, C. F. B. **Trajetória e fundamentos da educação ambiental**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

MAIA, J. S. S. **Educação Ambiental Crítica e Formação de Professores**. Curitiba: Editora Appris, 2015.

MINAYO, M. C. S. (orgs.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 21. ed. Rio de Janeiro: Petrópolis, 2002.

MORAES, M, C. Ambientes de aprendizagem como expressão de convivência e transformação. *In*: MORAES, M, C.; NAVAS, J, M, B. (orgs.). **Complexidade e transdisciplinaridade em educação: teoria e prática docente**. Rio de Janeiro: Wak Ed, 2010, p.21-62.

MORAES, M. C.; TORRES, S. (org.). **Sentipensar: fundamentos e estratégias para reencantar a educação**. Petrópolis: Editora Vozes Ltda, 2004.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. Ijuí: Unijul, 2007.

MORIN, E. **Ensinar a viver: um manifesto para mudar a educação**. Porto Alegre: Editora Sulina, 2015a.

MORIN, E. **Introdução ao pensamento complexo**. 5. ed. Porto Alegre: Sulina, 2015b.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2. ed. São Paulo: Cortez, UNESCO, 2000.

NEVES, J. P.; FESTOZO, M. B. Problematizando a formação de professores educadores ambientais. *In*: **VI Encontro Pesquisa em Educação Ambiental**, Ribeirão Preto, 2011.

NEVES, J. P.; TOZONI-REIS, M. F. C. Desafios para a inserção da educação ambiental na escola: em questão a carência formativa do professor a partir de duas pesquisas diagnósticas. *In*: TOZONI-REIS, M. F. C.; MAIA, J. S. (org.). **Educação ambiental a várias mãos: Educação escolar, Currículo e Políticas públicas**. 1. ed. Araraquara: Junqueira & Marin, 2014. p. 58-69.

NICOLESCU, B. Um novo tipo de conhecimento: transdisciplinaridade. *In*: NICOLESCU, B; PINEAU, G. MATURANA, H; RANDOM, M; TAYLOR, P. (orgs.). **Educação e transdisciplinaridade**. Brasília: UNESCO, 2000. p. 9-25.

PETRAGLIA, I. Educação e complexidade – os sete saberes na prática pedagógica. *In*: MORAES, M. C.; ALMEIDA, M. C. **Os sete saberes**

necessários à educação do presente: por uma educação transformadora. Rio de Janeiro: Wak, 2012. p. 129-147.

PROBST, J. **Campina do Simão 100 anos de história:** 1904-2004. Guarapuava: Grafel, 2004.

SAHEB, D.; RODRIGUES, D. G. A contribuição da complexidade de Morin para as pesquisas em Educação Ambiental. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, 2017, p.191-207.

STRUGAL, D. **Webquest biodiversidade: uma análise a partir da alfabetização biológica e da educação ambiental crítica.** 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2018.

TEIXEIRA, L. A.; AGUDO, M. M.; TOZONI-REIS, M. F. C. Educação Ambiental Crítica e Pedagogia Histórico-Crítica: contribuições para a inserção da Educação Ambiental na Educação Escolar. *In:* RODRIGUES, D. G.; SAHEB, D. (org.). **Investigações em Educação Ambiental**, Curitiba: CRV, 2018. p. 41- 70.

TEIXEIRA, L. A.; TALAMONI, J. L. B. Educação ambiental e formação docente: a prática educativa ambiental como objeto de reflexão histórico-crítica. *In:* TOZONI-REIS, M. F. C.; MAIA, J. S. (org.). **Educação ambiental a várias mãos:** Educação escolar, Currículo e Políticas públicas. 1.ed. Araraquara: Junqueira & Marin, 2014. p. 41-57.

TORALES, M. A. A inserção da educação ambiental nos currículos escolares e o papel dos professores: da ação escolar a ação educativo-comunitária como compromisso político-ideológico. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande do Sul, v. especial, p. 1-17, 2013.

TOZONI-REIS, M. F. C.; CAMPOS, L. M. L. Educação Ambiental escolar, formação Humana e formação de professores: articulações necessárias. **Educar em Curitiba**, Brasil, Edição Especial n. 3, p. 145-162. 2014.

SOBRE AS AUTORAS E OS AUTORES

Adriana Massaê Kataoka: Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de São Carlos. Doutora em Ciências pela mesma instituição. É docente do departamento de Ciências Biológicas; docente e atualmente coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da Universidade Estadual do Centro-Oeste. Líder do grupo de pesquisa Núcleo de Educação Ambiental (NEA) da UNICENTRO. Atua no Ensino, Pesquisa e Extensão no campo da Educação Ambiental.
E-mail: kataoka@unicentro.br

Alexandre Vicentini: Graduado em Licenciatura Plena em Física pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO). Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela mesma universidade. Atualmente é professor de Física no Ensino Médio em escolas da rede pública estadual e privada na cidade de Guarapuava/PR.
E-mail: avicentini@hotmail.com.br

Ana Lúcia Crisostimo: Professora associada do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Centro-Oeste-PR. Docente permanente do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGEN) da UNICENTRO.
E-mail: analucia@unicentro.br

Ana Lucia Suriani Affonso: Professora Adjunto D do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Centro Oeste (Unicentro) e docente no Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da UNICENTRO (PPGEN-Unicentro).
E-mail: analuciabio@gmail.com

Carlos Eduardo Bittencourt Stange: Doutor em Educação pela Universidade de Burgos – Espanha e pela Universidade Estadual de Maringá. Professor da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) do Paraná. Docente do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGEN) da UNICENTRO. Membro Suplente do Conselho Estadual de Educação do Paraná.
E-mail: stange@unicentro.br ; ebittencourts@gmail.com

Carlos Henrique Gonçalves Luz: Graduado em Ciências Biológicas, Especialista em Educação Ambiental, Mestrando no Programa de Pós Graduação Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGEN-Unicentro). Atualmente, é coordenador de cursos no CEBRAC Franchising.
E-mail: carlosluzbiologo@gmail.com

Daniele Conde Peres Resende: Mestre em Ensino pela Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP). Especialista em Ensino da Língua Inglesa pela Faculdade Estácio de Sá. Graduada em Letras Português/Inglês pela UniCesumar. Também é graduada em Biologia pela Universidade Estadual do Norte do Paraná. Atualmente é professora do Ensino Fundamental I da rede municipal Bandeirantes. Participa do Grupo de Ensino e Pesquisa de Educação e Formação de Professores (GEPEFOP). Tem experiência como professora de Língua Inglesa. Desenvolve pesquisas nas áreas de Educação Ambiental e de Letras.
E-mail: dani.resende1987@gmail.com

Daniela de Almeida dos Santos: Mestra em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, Pós-graduanda em Educação Especial e Inclusiva pela Faculdade Educacional da Lapa -FAEL e Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO.
E-mail: dani_santos0204@hotmail.com

Danúbia Damiana Santos Bonfim: Graduada em Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP). Especialista em Ensino da Física pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Boa Esperança (FAFIBE). Especialista em Gestão Educacional pelo Centro Universitário Cesumar (UNICESUMAR). Mestre em Ensino pela Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP-PPGEN). Atualmente é Professora de Matemática no Ensino Fundamental II e Ensino Médio na rede pública e privada, além de atuar como Professora Colaboradora no curso de Licenciatura em Matemática na Universidade Estadual do Norte do Paraná – *Campus* de Cornélio Procópio (UENP), lecionando as disciplinas de Metodologia de Ensino de Matemática e Desenho Geométrico.
E-mail: danubia.bonfim@uenp.edu.br

Dionísio Burak: Graduado em Matemática pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (1973). Mestre em Ensino de Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (1987). Doutor pela Universidade Estadual de Campinas (1992). Possui pós-doutorado (2010) pela Universidade Federal do Pará. Atualmente é RT-20 da Universidade Estadual de Ponta Grossa no Programa de Pós - Graduação em Educação e RT-20 do Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais e Matemática. Professor titular aposentado do Departamento de Matemática da Universidade Estadual do Centro-Oeste em (2013), atuando no Programa de Pós-Graduação em Ensino Ciências Naturais e Matemática da UNICENTRO - Guarapuava. Tem experiência na área de Matemática, com ênfase em Educação Matemática, principalmente nos seguintes

temas: Modelagem Matemática na Educação Matemática, Ensino e Aprendizagem e Ensino de Matemática.

E-mail: dioburak@yahoo.com.br

Elisa Aguayo da Rosa: Graduada em Química pela Universidade de São Paulo. Mestre em Ensino de Ciências, Modalidade Química, pela Universidade de São Paulo. Doutora em Química pela Universidade Estadual de Maringá. Atualmente é professora associada do Departamento de Química da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) e docente permanente do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática – PPGEN - UNICENTRO. É líder do grupo do Grupo de Pesquisa em Ensino de Química – GPESQUI da UNICENTRO.

E-mail: elisadarosa@unicentro.br

Fernando José Rodrigues: Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO). Professor formador na modalidade EAD do grupo de estudos Formadores em Ação, da secretaria de estado da Educação. Professor de Química do Centro Estadual de Educação Básica para Jovens e Adultos Nova Visão - CEEBJA Nova Visão (desde 2009) que atende alunos privados de liberdade no município de Guarapuava - PR.

E-mail: fernando.rodrigues@escola.pr.gov.br

Laynara dos Reis Santos Zontini: Graduada em Licenciatura em Matemática pela Universidade Federal do Paraná (2010). Mestre em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Paraná (2014). Doutora em Educação pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2019). Atualmente é professora do Instituto Federal do Paraná, campus Irati, e Coordenadora de Pesquisa e Extensão do campus. É professora colaboradora do Programa de Pós-Graduação em Ensino Ciências Naturais e Matemática da UNICENTRO, Guarapuava-PR. Enquanto pesquisa, atua principalmente nos seguintes temas: Educação Matemática, Modelagem Matemática e Complexidade.

E-mail: laynara.zontini@ifpr.edu.br

Luciano Matulle: Graduado em Matemática pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Bacharel em Engenharia Civil pela Faculdade Guarapuava-FG, Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática - UNICENTRO, Professor do curso de Engenharia Civil da Faculdade Guarapuava-FG, integrante do Grupo de pesquisa de Análise de Modelagem e Dimensionamento de Estruturas/FG.

E-mail: lucianomatulle@gmail.com

Márcio André Martins: Professor Adjunto do Departamento de Matemática da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO, Professor do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, PPGEN-UNICENTRO, integrante do Grupo de Pesquisa e Ensino em Educação Matemática, GPEEM/UNICENTRO.
E-mail: mandre@unicentro.br

Marcos Roberto da Rosa: Graduado em Bacharelado e Licenciatura em Química pela Universidade Estadual de Maringá. Mestre em Química (Físico-química) pela Universidade de São Paulo. Doutor em Química (Físico-química) pela Universidade de São Paulo. Atualmente é professor associado do Departamento de Química da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO).
E-mail: marcosrosa@unicentro.br

Nádia Maria Garcias da Luz Sanches: Graduada em Pedagogia. Professora da rede pública Estadual - lotada no Centro Estadual de Educação Básica para Jovens e Adultos - CEEBJA - Nova Visão na Penitenciária Estadual de Guarapuava PEG – UP. Especialista em Supervisão Planejamento e Gestão e em Educação para Jovens e Adultos Privados de Liberdade.
E-mail: nadia.sanches@escola.pr.gov.br

Ricardo Yoshimitsu Miyahara: Graduado em Física pela Universidade Federal de São Carlos e doutorado direto em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela Universidade de São Paulo, com parte do doutorado no National Research Council of Canada. Professor Associado do Departamento de Física da Universidade Estadual do Centro-Oeste, UNICENTRO. Docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática e do Programas de Pós-Graduação em Nanociências e Biociências, ambos na UNICENTRO.
E-mail: rmiyahara@unicentro.br

Rodrigo de Souza Poletto: Graduado em Ciências Biológicas pela UNESP de Assis, Mestre e Doutor em Ciências Biológicas pela UNESP de Botucatu. Atualmente é professor na graduação de Ciências Biológicas, no curso de Mestrado Profissional em Ensino e Mestrado em Agronomia da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP). Possui experiência nas áreas de Botânica, Resíduos Sólidos Urbanos, Esporte Corrida de Orientação e Educação Ambiental. É chefe do Laboratório Interdisciplinar de Pesquisa, Extensão e Ensino de Botânica e Educação Ambiental (LIPEEBEA).
E-mail: rodrigopoletto@uenp.edu.br

Rodrigo Oliveira Bastos: Licenciado em Física e mestre em Geociências pela UNICAMP, doutor em Física pela UEL, atualmente é professor na UNICENTRO, onde também desenvolve pesquisa em Física Nuclear Aplicada e Ensino de Física.

E-mail: bastosrodrigo@yahoo.com.br

Vanessa Maria Ludka: Doutora em Geografia. Professora do Programa Pós-Graduação em Ensino - PPGEN – UENP. Professora do Colegiado de Geografia da UENP. Coordenadora do GEOFOME.

E-mail: vanessaludka@uenp.edu.br

Vanina Roncaglio: Mestra em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO). Especialista em Psicopedagogia Clínica e Institucional pelo Instituto Brasileiro de Pós-Graduação e Extensão (IBEPEX). Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) e Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Professora QPM da rede de ensino estadual do Estado do Paraná.

E-mail: vanina.roncaglio@escola.pr.gov.br

William Junior do Nascimento: Professor Adjunto da Universidade Federal do Paraná (UFPR) - Campus Jandaia do Sul. Professor colaborador do Programa de Pós-graduação em Ensino - Mestrado Profissional (PPGEN) da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP) e professor permanente no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Educação Matemática e Tecnologias Educativas (PPGECEMTE) da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Desenvolve pesquisas relacionadas às abordagens metodológicas na Educação em Ciências e na Educação Matemática, além de pesquisas relacionadas às tecnologias de informação e comunicação na Educação em Ciências e na Educação Matemática.

E-mail: williamjn@ufpr.br

Ynaiara Kristhine Stopa da Cruz: Mestra em Ensino pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino (PPGEN) da Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP). Especialista em Ensino de Ciências pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR - Câmpus Medianeira). Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual do Norte do Paraná (UENP).

E-mail: ynaiara_stopa@hotmail.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Ambiente, 26, 119, 143, 151, 152, 168, 169
Aprendizagem Significativa, 26, 29, 34, 37, 126
Ausubel, 29, 34, 37, 44

B

Biologia, 24, 99, 111, 112, 114, 115, 118, 128, 131, 139, 146, 158, 161, 172
Botânica, 10, 99, 102, 106, 174
Burak, 7, 80, 82, 83, 86, 87, 88, 89, 91, 94, 96, 172

C

Conscientização, 156, 168

D

Defesa Vegetal, 103, 105, 106, 107, 108, 109, 111
Doutorado, 179

E

Educação, 10, 11, 12, 13, 14, 23, 24, 25, 26, 29, 36, 45, 46, 50, 60, 61, 62, 64, 68, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 110, 122, 125, 127, 129, 130, 131, 136, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 151, 152, 156, 157, 163, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175
Educação Ambiental, 10, 143, 145, 147, 151, 163, 168, 170, 171, 172, 174

Educação de Jovens e Adultos
EJA, 11, 24, 25, 29, 36, 89, 92
Experiência, 76, 168

F

Física, 10, 24, 28, 29, 32, 37, 39, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 54, 55, 60, 61, 62, 126, 171, 172, 174, 175
Fisiologia Vegetal, 100, 110

G

Gravitação, 10, 50, 51, 53, 54, 56, 57, 58, 59

I

Interdisciplinaridade, 168
Ivanio Dickmann, 178
Ivo Dickmann, 178

J

Jogo, 15

L

Laboratório, 24, 120, 174
Licenciatura, 81, 126, 168, 171, 172, 173, 174

M

Matemática, 4, 10, 13, 24, 26, 45, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 70, 72, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 113, 146, 150, 155, 157, 158, 159, 160,

162, 163, 170, 171, 172, 173,
174, 175, 178
Mestrado, 13, 23, 26, 61, 77, 96,
97, 98, 110, 111, 113, 125, 143,
167, 168, 170, 171, 173, 174,
175, 179
Modelagem, 10, 80, 81, 82, 83,
84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91,
92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 173

N

Natureza, 50, 142, 148, 152, 153,
155

P

Partículas, 10, 28, 29, 37, 39, 45,
46
Pedagógicos, 38, 48, 51, 60
pesquisa, 179
Problema, 72, 84

Produto Educacional, 50, 88, 126
Proporcionalidade, 10, 77

Q

Química, 10, 11, 13, 20, 21, 24,
25, 26, 27, 173, 174

S

Sequência Didática, 28, 39, 50
Sociedade, 26, 45, 133, 143, 169
Socioambiental, 131, 152, 155

T

Tecnologia, 37

V

Vídeo, 25, 52, 88
Vygotsky, 29, 35, 37, 43

Editora Livrologia
www.livrologia.com.br

Título	Para ensinar melhor: Ciências Naturais e Matemática
Organizadores	Elisa Aguayo da Rosa Vanessa Maria Ludka Rodrigo Oliveira Bastos
Coleção	Pesquisa e conhecimento
Assistente Editorial	Ivanio Dickmann
Bibliotecária	Karina Ramos
Projeto Gráfico	Ivo Dickmann Ivanio Dickmann
Capa	Ivanio Dickmann
Diagramação	Ivo Dickmann
Formato	15,5cm x 22,5
Tipologia	Calisto MT, entre 8 e 10 pontos
Papel	Capa: Supremo 280 g/m ² Miolo: Polen Soft 80 g/m ²
Número de Páginas	180
Publicação	2021

Queridos leitores e queridas leitoras:

Esperamos que esse livro tenha sido útil para você e seu campo de leitura, interesse, estudo e pesquisa.

Se ficou alguma dúvida ou tem alguma sugestão para nós,
Por favor, compartilhe conosco pelo e-mail:
livrologia@livrologia.com.br

PUBLIQUE CONOSCO VOCÊ TAMBÉM
ENCONTRE UM FRANQUEADO LIVROLOGIA
MAIS PERTO DE VOCÊ
www.livrologia.com.br

Trabalhos de Conclusão de Curso
Dissertações de Mestrado
Teses de Doutorado
Grupos de Estudo e Pesquisa
Coletâneas de Artigos
Poesias e Biografias

EDITORA LIVROLOGIA
Rua São Lucas, 98E
Bairro Centro - Chapecó-SC
CEP: 89.814-237
livrologia@livrologia.com.br

**PUBLIQUE SEUS ARTIGOS COMO
CAPÍTULO DE LIVRO NA LIVROLOGIA**



Clique abaixo e veja o vídeo com todos os detalhes:

<https://artigo.livrologia.com.br/artigos>

Ensinar e aprender Ciências Naturais e Matemática é uma aventura... Vamos nessa?

Grupo de Pesquisa e Ensino em Educação Matemática - GPEEM - UNICENTRO

Grupo de Pesquisa em Ensino e Formação de Professores - GPEFOP - UENP

Grupo de Pesquisa em Ensino de Química - GPESQUI - UNICENTRO

Grupo de Física Aplicada em Materiais - GFAMa - Linha de Pesquisa: Ensino de Física - UNICENTRO

Núcleo de Educação Ambiental - NEA - UNICENTRO

FUNDAÇÃO
ARAUCÁRIA

Apoio ao Desenvolvimento Científico
e Tecnológico do Paraná

PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO
SUPERINTENDÊNCIA GERAL
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E ENSINO SUPERIOR

UNICENTRO
PARANÁ

PPGEN
OPERA

PPGEN
PARANÁ
PROGRAMA DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM
FÍSICA

UNIVERSIDADE DO PARANÁ
UNIP

ISBN 978-65-982-1880-0
9 786586 218800

doi