

## **METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE FÍSICA E MATEMÁTICA**

Atualmente, pesquisas em Educação tem cada vez mais enfatizado o emprego das novas metodologias de aprendizagem, cuja ênfase têm-se centrado no papel ativo dos aprendizes e deslocado a função do professor de mero transmissor do conhecimento para um facilitador da aprendizagem dos alunos.

Esta problemática também assume relevância nas áreas de Educação Matemática e Ensino de Física na qual temos visto um aumento crescente de publicações tanto em âmbito nacional como internacional.

A partir desta perspectiva, é com grande satisfação que aceitamos o convite do Prof. Dr. Laerte Silva da Fonseca em ser o editor convidado deste número especial da revista CEMeR, com a temática: “Metodologias Ativas no Ensino de Física e Matemática”.

Nesta edição buscamos contemplar trabalhos de pesquisas que favoreçam o diálogo, sempre profícuo, entre Educação Matemática e Ensino de Física, de forma a apresentar ao leitor o que tem sido produzido recentemente no Brasil nestes dois campos do conhecimento a respeito do emprego destas metodologias no contexto da educação escolar.

O desafio colocado na estruturação desta edição tornou-se ainda mais relevante diante do atual quadro da pandemia de Covid-19 da qual estamos vivenciando atualmente, exigindo de cada um de nós uma profunda reformulação de nossas práticas de ensino, de modo a nos adaptarmos a este novo normal que se apresenta em nosso horizonte.

Nesta edição especial selecionamos um total de 14 artigos que abordam o tema do uso das metodologias ativas de aprendizagem nos mais variados enfoques.

No primeiro artigo: **Peer Instruction em aulas remotas no ensino de física no período da pandemia da covid-19**, os autores investigam como a metodologia ativa denominada *Peer Instruction* contribuiu com o processo de ensino e aprendizagem de conceitos físicos em aulas remotas com alunos da 3ª série do Ensino Médio de uma escola pública sobre associação de resistores.

No segundo artigo: **Metodologias ativas e autonomia: uma revisão das pesquisas brasileiras em educação**, os autores propõem realizar uma investigação em 15 teses e dissertações brasileiras publicadas entre 2015 e 2019, a fim de verificar que aspectos têm sido privilegiados nestas pesquisas que envolvem as metodologias ativas e a autonomia.

No terceiro artigo: **Método de caso: uma proposta no ensino de física para a engenharia**, os autores investigam a contribuição do método de estudo de caso para o ensino de eletrostática numa disciplina de Física III de um curso de engenharia eletrônica de uma universidade pública.

No quarto artigo: **Quatro elementos de interação em quatro níveis de aprendizagem: uma nova proposta didático-metodológica para o ensino de ciências**, os autores apresentam uma proposta didático-metodológica que foi aplicada numa turma da 3ª série do Ensino Médio de uma escola pública para o estudo dos conceitos de campo e força magnética.

No quinto artigo: **Reflexões de um PEP para a formação interdisciplinar: integração das contribuições africanas, ferramentas WEB e QSC na praxeologia dos professores**, os autores analisam o

desenvolvimento de um Percurso de Estudo e Pesquisa (PEP) interdisciplinar em um curso de formação continuada de professores da Educação Básica.

No sexto artigo: **M-learning no ensino híbrido de matemática: uma pesquisa-ação com aplicativos móveis no IFB de São Sebastião**, os autores discutem os efeitos da inserção da modalidade m-learning no ensino híbrido de matemática numa turma da 3ª série do Ensino Médio de uma turma de um curso profissionalizante em secretariado e administração de um Instituto Federal de Educação.

No sétimo artigo: **Uma sequência didática para abordar o sistema internacional de unidades**, os autores abordam as unidades do SI, tendo como base o tema poluição luminosa e o descarte de plástico, em uma turma da 3ª série do Ensino Médio de uma escola pública.

No oitavo artigo: **Implementação de uma metodologia ativa para o ensino da dualidade onda partícula no Ensino Médio**, os autores apresentam uma discussão sobre a implementação de uma metodologia ativa de aprendizagem, o *Peer Instruction*, como estratégia instrucional em sala de aula para promover a aprendizagem do conceito de onda partícula no Ensino Médio

No nono artigo: **A utilização da robótica educacional como instrumento de avaliação na aprendizagem dos conteúdos de Física**, os autores avaliam quais são as possíveis contribuições que a utilização da robótica educacional promove no processo de avaliação de aprendizagem nos conteúdos de Física nos anos finais do Ensino Fundamental.

No décimo artigo: **Canhão de batatas: integração com a aprendizagem baseada em projetos no ensino de Física**, a autora procurou

mapear os papéis desempenhados por um docente de Física de um Instituto Federal de Educação.

No décimo primeiro artigo: **Mapeamento e análise das metodologias ativas no ciclo básico (Física e Matemática) e profissionalizante dos cursos de engenharia em periódicos da Scopus**, os autores realizaram um mapeamento e análise das publicações com maior fator de impacto (JCR) nos últimos 5 anos, disponíveis na plataforma digital da Scopus referentes ao tema.

No décimo segundo artigo: **Aprendizagem baseada em jogos e serious games – uma multiplicidade de fenômenos educacionais no verbo jogar**, os autores apresentam uma discussão sobre a utilização de metodologias ativas a partir da aprendizagem baseada em jogos e seu caráter educacional, analisando as ambiguidades presentes no discurso social em relação a sua definição e classificação.

No décimo terceiro artigo: **ISLE – Investigative Science Learning Environment: uma possível abordagem metodológica ativa para o ensino de Física**, os autores apresentam esta metodologia ativa de aprendizagem pouco conhecida da comunidade de ensino de Ciências no Brasil, discutindo seus fundamentos, conceitos e procedimentos.

Finalmente, no décimo quarto artigo: **Metodologias ativas na Educação Matemática: contribuições do Geogebra e PBL na aprendizagem de geometria espacial**, os autores analisam as contribuições da integração de tecnologia digital no ensino de geometria espacial, com uso do aplicativo Geogebra 3D e aportes de *mobile learning* e *Problem Based Learning* (PBL) entre alunos da 3ª série do Ensino Médio de uma escola técnica.

Esperamos com esta edição poder contribuir para os avanços das pesquisas sobre metodologias ativas de aprendizagem na Educação Matemática e no Ensino de Física, de modo a ampliar o diálogo entre professores e pesquisadores.

Boa leitura a todos!

Marcelo Alves Barros, Editor Convidado <sup>1</sup>

Laerte Fonseca, Editor-Chefe<sup>2</sup>

Paulo Rogério Miranda Correia, Vice-Editor<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo, Mestre em Ensino de Física pela Universidade de São Paulo, Licenciado em Física pela Universidade Estadual Paulista. Professor visitante da Universidade de Harvard (EUA). Professor-orientador do Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo. Professor do Instituto de Física da USP de São Carlos. E-mail: mbarros@ifsc.usp.br

<sup>2</sup> Livre Docente pela Emil Brunner World University® (EBWU, Miami, Flórida/EUA); Professor Titular de Educação Matemática do Instituto Federal de Sergipe. Professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe. E-mail: laerte.fonseca@ifs.edu.br

<sup>3</sup> Livre Docente da Universidade de São Paulo. Professor da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo. Coordenador do Grupo de Pesquisa Mapas Conceituais. E-mail: prmc@usp.br

## PEER INSTRUCTION EM AULAS REMOTAS NO ENSINO DE FÍSICA NO PERÍODO DA PANDEMIA DA COVID-19

### **Claudilene Ribeiro Braga**

Especialização em Coordenação Pedagógica pela Universidade Luterana do Brasil/ULBRA. Professora coordenadora do Ensino Fundamental dos Anos Finais pela Prefeitura Municipal de Maria da Fé, Minas Gerais. E-mail: claudilene.braga@educacao.mg.gov.br

### **Rafael Schepper Gonçalves**

Mestrado Profissional em Ensino de Ciências pela Universidade Federal de Itajubá/UNIFEI. Colaborador no Centro de Ciências da Universidade Federal de Juiz de Fora e professor de Física da Educação Básica do Estado de Minas Gerais. E-mail: rafa.schepper@gmail.com

### **Lucas de Paulo Lameu**

Doutor em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista/UNESP. Professor da Educação Básica de Física do Centro de Educação Profissional (CEP) Tancredo Neves e da Escola Estadual Nossa Senhora de Lourdes, Minas Gerais. E-mail: lucas.lameu@educacao.mg.gov.br

**Resumo:** O uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) apresenta desafios para professores/as e estudantes. Essas tecnologias geraram mudanças sociais que diluíram fronteiras entre espaços virtuais e físicos, criando um híbrido de conexões e novas maneiras de expressar pensamentos, sentimentos, crenças e desejos. Com a instauração da pandemia da COVID-19, tais conexões conferiram grandes desafios ao panorama educacional. Com isso, as TDICs passaram a destacar-se na educação básica e superior. Particularmente, em Minas Gerais, a Secretaria de Estado de Educação criou o Regime de Estudos não Presenciais, no qual os Planos de Estudos Tutorados constituem uma das ferramentas desse regime. Eles foram uma alternativa criada para dar continuidade ao processo de ensino e aprendizagem remota em tempos da pandemia supracitada. Nesse contexto, surgiu-nos o questionamento: quais contribuições as metodologias ativas, especificamente o *Peer Instruction (PI)*, podem trazer ao processo de ensino de conceitos físicos nos tempos da pandemia da COVID-19, na modalidade de aulas remotas? Nosso objetivo foi investigar como a metodologia ativa do *PI* contribuiu com o processo de ensino e aprendizagem de conceitos físicos em aulas remotas, especialmente, da associação de resistores. O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa quanti-qualitativa e como um estudo de caso. Ponderamos que o *PI* favoreceu sobremaneira a apreensão de conceitos físicos, em tempos de pandemia da COVID-19. Contudo, consideramos a necessidade de ampliação do repertório de investigações sobre a metodologia do *PI* para verificar-se outras potencialidades e fragilidades no âmbito do Ensino de Física.

**Palavras-chave:** Aulas Remotas, *Peer Instruction*, Ensino de Física, Associação de Resistores.

## THE STRATEGY PEER INSTRUCTION IN REMOTE CLASSES IN PHYSICS TEACHING THROUGHOUT COVID-19 PANDEMIC

**Abstract:** The use of Digital Information Technologies and Communication (DITCs) presents challenges for teachers and students. These technologies generated social changes that blurred borders between virtual and physical spaces. They created hybrid connections and new ways to express thoughts, feelings, beliefs and desires. The introduction of the COVID-19 pandemic caused challenges in the educational landscape. As a result, DITCs started to stand out in High School and Higher Education. Particularly, in Minas Gerais, the State Department of Education, created the Non-Presential Studies Regime, in which the Tutored Study Plans are one of the tools of this regime. They were an alternative created to continue the process of teaching and remote learning in times of the aforementioned pandemic. In this context, the question arose: what contributions that active methodologies, specifically Peer Instruction (PI), can bring to the process of teaching physical concepts in the COVID-19 pandemic times, in the form of remote classes? Our objective was to investigate how the active methodology of the PI contributed to the process of teaching and learning physical concepts in remote classes, especially the resistors association. The present work is characterized as a quantitative-qualitative research and as a case study. We think that the PI greatly favored the apprehension of physical concepts, in times of the COVID-19 pandemic. However, we consider the need to expand the repertoire of investigations on the PI methodology to verify other strengths and weaknesses in the scope of Physics Teaching.

**Keywords:** Remote Classes, Peer Instruction, Physics Teaching, Resistor Association.

## INTRODUÇÃO

Em dezembro de 2019, vários casos com pacientes internados com uma nova doença caracterizada por insuficiência respiratória e por pneumonia, causada pelo denominado coronavírus (SARS-CoV-2), foram notificados na província de Hubei, na China (FERRER, 2020). A Organização Mundial da Saúde (OMS), em fevereiro de 2020, denominou este agente etiológico como COVID-19. No Brasil, em fevereiro do mesmo ano, já surgiram os primeiros casos de pacientes com coronavírus e oito meses depois já se contabilizava mais de 5 milhões de brasileiros infectados e cerca de 150 mil foram a óbito (BRASIL, 2020).<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> No momento em que este artigo estava sendo revisado, cerca de 13 milhões de brasileiros foram infectados e, aproximadamente, 321 mil foram a óbito (BRASIL, 2021).

Diante da pandemia e com o ritmo de contaminação do vírus crescendo no mundo e no país, as escolas tiveram de se adaptar a um novo formato de aulas. No Brasil, pautou-se no ensino à distância ou em aulas remotas, de maneira que professores/as e alunos/as tivessem uma interação de acordo com as normas do distanciamento social. Especificamente, em Minas Gerais, foi desenvolvido pela Secretaria de Estado de Educação, o Regime de Estudos não Presenciais (REANP), no qual os Planos de Estudos Tutorados (PET) constituem uma das diversas ferramentas que o compõe (MINAS GERAIS, 2020).

Como forma de trabalhar no formato das aulas remotas, uma das alternativas foi o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs). Antes mesmo da pandemia da COVID-19, elas já eram utilizadas em aulas de Ensino de Ciências e Matemática, inclusive, sendo discutidos seus impactos e limitações em pesquisas e trabalhos no meio acadêmico. Dentre essas reflexões, Moran (2018) realça que a intensa expansão do uso das TDICs já vinha gerando mudanças sociais que diluem as fronteiras entre espaços virtuais e espaços físicos, criando um espaço híbrido de conexões e novas formas de expressar pensamentos, sentimentos, crenças e desejos. Por outro lado, para Coll e Monereo (2010), a incorporação das TDICs pode modificar e reestruturar as formas de pensar e de aprender. Com isso, a forma de ensinar deve também ser modificada. O tipo de mente virtual que a incorporação das TDICs vai gerar dependerá do modo como se promove o uso pragmático e epistêmico das mesmas. Portanto, com o advento da pandemia da COVID-19, tais conexões passaram a apresentar maiores desafios dentro do âmbito educacional.

Alunos/as de todas as idades, que outrora não tinham contato com as TDICs ou tinham muito pouco, nos processos de ensino, tiveram de se adaptar. E grande parte dos professores também, por meio de cursos de aperfeiçoamento e capacitação. Sabemos que existem ainda muitas dificuldades de acesso às TDICs por motivos diversos, mas as mudanças pós-pandemia vieram para ficar e tornar-se-ão cada vez mais arraigadas nos processos de interação dos seres humanos em diversas esferas da sociedade, que inclui a educação. Além de vencer as barreiras de seu uso, há outros fatores muito relevantes, como as dificuldades apresentadas pelos alunos e alunas, no processo aprendizagem de alguns conceitos científicos,



que já acompanhavam o Ensino de Ciências e Matemática, em aulas presenciais, e que também passaram a permear as aulas remotas.

Especificamente, um dos tópicos de Física que tem apresentado grande dificuldade de aprendizagem por parte dos alunos, na Educação Básica, é a associação de resistores, quer seja na questão conceitual, quer seja no cálculo matemático e na manipulação de fórmulas físicas. Com o objetivo de sanar tais dificuldades e ter uma aprendizagem mais significativa, há inúmeros trabalhos com foco em metodologias diversas no ensino da associação de resistores: Cardoso (2019), Rocha Filho *et al.* (2003), Vieira (2015), dentre outros.

Outra maneira de abordar o ensino de tais conceitos é por meio das denominadas Metodologias Ativas, já utilizadas em aulas presenciais e discutidas no meio acadêmico. Sobremaneira, diante do contexto da educação, no distanciamento social na pandemia da COVID-19, por meio do uso das TDICs como ferramenta de interação, elas podem ser uma das possibilidades de abordagem na Educação Básica, uma vez que estas apontam uma possibilidade de transformar as aulas remotas em experiências mais significativas.

Para Berbel (2011), elas se baseiam em formas de desenvolvimento relacionadas ao processo de aprendizagem que utilizam experiências reais ou simuladas, tendo como objetivo solucionar, com sucesso, desafios que vêm da prática social em diferentes contextos.

Diante desse panorama, surge o seguinte questionamento, o qual nos propusemos a responder na consecução desta investigação: “quais contribuições as Metodologias Ativas, em específico o *Peer Instruction*, podem trazer para o processo de ensino de conceitos físicos relacionados à associação de resistores, nos tempos da pandemia da COVID-19, na modalidade de aulas remotas?”. A partir daí, nosso objetivo foi investigar como a metodologia ativa do *Peer Instruction (PI)* contribuiu com o processo de ensino e aprendizagem de alguns conceitos físicos em aulas remotas, especificamente, da associação de resistores.

Isso foi feito por meio da análise da aplicação de um módulo didático de duas aulas, que foi elaborado a partir dos Planos de Estudo Tutorados (PET) de Física, volume 4. Ele foi aplicado em dois dias consecutivos, no segundo semestre de 2020, para alunos e alunas do terceiro ano do Ensino Médio, de uma escola pública do Sul de Minas Gerais. As aulas tiveram um formato *online*, respeitando-se as medidas de distanciamento social. Dentre as TDICs usadas como ferramenta de interação, que permitiram a execução proposta pelas

etapas da metodologia do *Peer Instruction*, utilizamos a plataforma *Zoom*, auxiliada pela ferramenta virtual do *Google Forms*.

## UM PANORAMA DAS METODOLOGIAS ATIVAS E O *PEER INSTRUCTION*

O modelo atual de ensino baseado em competências plantea a necessidade de uma mudança metodológica nas salas de aula e, como consequência disso, um câmbio dos papéis dos docentes e discentes se faz necessário (RUIZ; SAORÍN, 2011). Nesse sentido, diversos estudos têm demonstrado que as metodologias ativas cumprem esses papéis (BERBEL, 2011; MÜLLER *et al.*, 2012; MAZUR, 2015; PAIVA *et al.*, 2016; ARAUJO *et al.*, 2017; VALENTE; ALMEIDA; GERALDINI, 2017).

Importa-nos destacar que, como afirmam Paiva *et al.* (2016), em estudos realizados no contexto nacional, essas metodologias rompem com o modelo tradicional de ensino e baseiam-se em uma pedagogia problematizadora, na qual o aluno e aluna são estimulados a assumirem uma postura ativa em seu processo de aprender, procurando a autonomia do educando e a aprendizagem significativa.

Compete-nos enfatizar aqui que, como assevera Berbel (2011) em artigo de revisão voltado para o cenário do Brasil, as metodologias ativas colocam o aluno diante de problemas e/ou desafios que mobilizam o seu potencial intelectual, no momento que estuda para compreendê-los e ou superá-los. Os educandos necessitam de informações, porém são especialmente estimulados a trabalhar com elas, elaborá-las e reelaborá-las em função do que precisam responder ou equacionar. Nessa perspectiva, é possível que ocorra, gradativamente, o desenvolvimento do espírito científico, do pensamento crítico, do pensamento reflexivo, de valores éticos, entre outras conquistas dessa natureza, por meio da educação, nos diferentes níveis, contribuindo para o desenvolvimento da autonomia na formação do ser humano e de futuros profissionais.

Convém enfatizar que, nesta seção, não pretendemos realizar um estudo exaustivo sobre a produção brasileira tangente a metodologias ativas. Contudo, é possível conjecturar que essas metodologias fomentam, principalmente, a autonomia dos alunos e das alunas, implicando uma atitude ativa destes no processo de construção do conhecimento. Outro ponto principal dessas metodologias é procurar ultrapassar o ensino tradicional.

No que diz respeito ao âmbito internacional, vários autores concordam que, pelo viés das metodologias ativas, a aprendizagem deve ser algo interessante para os alunos e, por esta razão, é preciso aplicar tais metodologias para lograr bons resultados. Nessa perspectiva, é expectante que se cumpram as seguintes características: participação, construção de conhecimentos, apresentar uma estrutura que fomente a inquietude, e esteja contextualizado para gerar interesse por parte dos estudantes. Infortunadamente, nas salas de aula, tem-se trabalhado de forma tradicional e isto tem sido entediante para os estudantes. Para que a educação seja interessante, devem-se utilizar várias estratégias que favoreçam uma boa aprendizagem, de modo que o aluno seja capaz de criar e construir sua aprendizagem de acordo com as suas necessidades e interesses. Há um certo consenso, ainda, no fato de que as metodologias ativas promovem aos alunos o pensamento crítico, o desenvolvimento da autonomia, a criatividade e a capacidade de aprender a aprender (MARCH, 2006; RUIZ; SAORÍN, 2011; MAZUR, 2015).

Por outro lado, em estudos realizados em Valência, Espanha, March (2006) defende que, no desenho das metodologias ativas para favorecer a formação de competências, o desafio encontra-se em ampliar o repertório metodológico, buscando conhecer bem e em profundidade as possibilidades de diferentes estratégias e ir experimentando sua aplicação na prática educativa, conseguindo, deste modo, a apropriação e adaptação à realidade do ambiente escolar na qual os docentes e discentes estão inseridos.

Aqui, acentuamos também que não pretendemos fazer uma apresentação que abranja todas as pesquisas realizadas no âmbito internacional. Entretanto, assim como mostram as pesquisas feitas na realidade brasileira citadas até então, os estudos no âmbito internacional mencionados até aqui concordam que as metodologias ativas perpassam a noção de formarem estudantes que sejam capazes de construir o seu próprio conhecimento, de fomentar a autonomia das alunas e dos alunos, de aprender a aprender, o que entra diretamente em conflito com os pressupostos de um ensino tradicional.

Neste ponto, cabe-nos esclarecer ao leitor que, conforme levantamento bibliográfico feito por Valente, Almeida e Geraldini (2017), o tema “metodologias ativas” suscitou importantes discussões a respeito de dois tópicos: a terminologia mais adequada – metodologia ou aprendizagem ativa - e as diferentes estratégias discutidas na literatura que,

em geral, deixam de lado situações que também poderiam ser caracterizadas como metodologias ativas.

Contudo, a esta altura, é preciso frisar que o nosso entendimento a respeito das metodologias ativas está alinhado com a proposta de Moran (2018), ao afirmar que as metodologias ativas são pontos de partida para avançar para processos mais elaborados de reflexão, de integração cognitiva, de generalização, de reelaboração de novas práticas, e que, para atingir tais objetivos, alguns componentes são essenciais para o sucesso da aprendizagem: a criação de desafios, atividades, jogos que realmente trazem as competências necessárias para cada etapa, que solicitam informações pertinentes, que oferecem recompensas estimulantes, que combinam percursos pessoais com participação significativa em grupos, que se inserem em plataformas adaptativas, que reconhecem cada aluno e a aluna ao mesmo tempo aprendam com a interação, tudo isso utilizando as tecnologias adequadas.

Dentre essas metodologias, há um sem-número de métodos que podem ser utilizados, como aprendizagem por pares (*Peer Instruction*); o *PBL – Project Based Learning* (aprendizagem por meio de projetos ou de problemas); *TBL – Team-based Learning* (aprendizagem por times), *WAC – Writing Across the Curriculum* (escrita por meio das disciplinas) e *Study Case* (estudo de caso); entre outros (MORAN, 2018). Entretanto, por estrangulamento de espaço, não iremos detalhar cada um desses métodos aqui. Sendo assim, nas próximas linhas, daremos maior atenção ao *Peer Instruction*, que, como fora mencionado outrora, será a ferramenta utilizada durante as atividades em caráter remoto no período de pandemia da COVID-19 e que será – o *Peer Instruction* e suas potencialidades para o Ensino de Física - objeto de estudo da presente investigação.

## **O MÉTODO *PEER INSTRUCTION***

O método *Peer Instruction (PI)* é um método de interação entre alunos e alunas que pode ser traduzido como Instrução por Colegas. Esse método foi desenvolvido pelo professor Eric Mazur, do departamento de Física da Universidade de Harvard (EUA), no ano de 1991, quando ele teve contato com o teste *Force Concept Inventory (FCI)* sobre concepções da Mecânica. De acordo com os resultados, percebeu-se que os estudantes que memorizavam algoritmos de resolução podiam apresentar ótimo desempenho em disciplinas de Física, mas não compreendiam os conceitos subjacentes e ao se depararem com situações em que estes

algoritmos não eram eficazes, eles se sentiam frustrados. Diante desses resultados contraditórios com o *FCI* e decidido a mudar esse cenário, Mazur passou a buscar alternativas para as suas aulas. O resultado foi a criação do *PI*.

O *PI* é um método simples em que sua abordagem envolve os alunos e potencializa suas relações em classe. Mazur (2015) relata que achava que as aulas expositivas eram suficientes e que seus alunos/as compreendiam bem o que lhes era apresentado. Ele acreditava que os estudantes aprendiam de forma eficiente, pois tinham bons desempenhos nos testes e avaliações. Contudo, em 1990, Mazur começou a ler artigos que abordavam os problemas de compreensão que os alunos e as alunas de Física apresentavam. Esses artigos, em sua essência, concluíam que os/as alunos/as aprendem muito pouco daquilo que lhes é ensinado. Mazur, então, passou a se questionar sobre o que realmente seus alunos e alunas compreendiam daquilo que lhes era apresentado, se era possível a implementação de outras estratégias de ensino e se os alunos e alunas se sentiam engajados em suas aulas.

Consequentemente, Mazur passou a busca por potencializar sua prática de ensino e aumentou as relações interpessoais em sala de aula. Para isso, passou a implementar o método que nomeou de *Peer Instruction*.

Segundo Araujo e Mazur (2013), o *PI* “[...] busca promover a aprendizagem com foco no questionamento para que os alunos passem mais tempo em classe pensando e discutindo ideias sobre o conteúdo, do que passivamente assistindo exposições orais por parte do professor” (ARAUJO; MAZUR, 2013, p. 364). Para isso, os estudantes discutem em pares as respostas dadas por eles aos testes conceituais aplicados pelo professor. Assim, promove-se um ambiente favorável ao diálogo no qual aqueles que chegaram a respostas corretas, através de argumentação, possam auxiliar os que erraram.

No método *PI*, o professor ou a professora organiza materiais de leitura, vídeo-aulas e outros e proporciona aos alunos e às alunas a oportunidade de acessarem esses materiais em casa, ou em qualquer outro local e os estudem previamente.

Em sala de aula, o professor faz uma breve explanação do conteúdo expondo conhecimentos estruturantes (em até 15 minutos) e aplica um teste conceitual de múltipla escolha. Inicialmente, esses testes eram realizados por meio de cartões impressos com alternativas, mas, atualmente, já é possível responder por meio de recursos digitais. Diante das respostas, o professor avalia o que os alunos e as alunas compreenderam ou não sobre o

conteúdo. Se a maioria dos estudantes responde corretamente, o professor pode avançar. Se o professor verificar, através das respostas ao teste, que a maioria dos estudantes não compreendeu, o professor divide a turma em grupos mistos, entre quem compreendeu e quem não compreendeu. Assim, todos podem debater novamente suas respostas e chegar a novas ideias. Depois disso, o/a professor/a aplica novamente uma série de testes para que o grupo todo responda. São usadas neste ponto questões isomórficas que não são idênticas em sua redação, porém abordam os mesmos conceitos e exigem o mesmo raciocínio para serem respondidas. São elas que permitirão ao professor compreender se houve aprendizagem dentro das discussões referentes ao conceito apresentado aos alunos (PORTER *et al.*, 2011). Se mesmo depois desse procedimento os estudantes ainda apresentarem dúvidas, o/a professor/a apresenta novas explicações ou solicita que os estudantes pesquisem em diferentes fontes.

Müller *et al.* (2017), acerca da implementação da metodologia interativa de ensino *Peer Instruction*, entre 1991 e 2015, afirmam que há uma notória concentração de trabalhos na América do Norte, mas que o desenvolvimento da metodologia também ocorre nos demais continentes.

Apesar dessa grande diferença no número de publicações, verifica-se que há um movimento de pesquisadores a busca de resultados da implementação do *PI* em contextos diferentes daqueles em que foi criado, ou seja, em universidades americanas (MÜLLER *et al.*, 2017, p. 5).

Percebemos, portanto, que, entre as metodologias ativas de aprendizagem, o *PI* tem um reconhecimento importante e relevante para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem e vem ganhando destaque por sua capacidade de promover habilidades sociais e cognitivas e engajamento do estudante.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nosso trabalho se enquadra dentro do método monográfico ou estudo de caso, uma vez que permitiu o entendimento de determinados fatos, para responder ao nosso problema de pesquisa, mediante o caso isolado ou de pequenos grupos (ARAGÃO; NETA, 2017). Também caracteriza-se como uma pesquisa quanti-qualitativa. Como destacam Pereira *et al.*

(2018), nos métodos qualitativos, a interpretação por parte do pesquisador é importante a partir de suas opiniões sobre o fenômeno em estudo. Enquanto que no método quantitativo, os dados podem ser interpretados por meio das técnicas matemáticas (porcentagens, estatísticas e gráficos). Especificamente, apresentamos uma análise descritiva e elaboramos gráficos. As técnicas utilizadas para a coleta de dados foram a gravação em vídeo das aulas e formulários feitos no *Google Forms*. A aplicação da pesquisa foi feita em uma escola pública de uma cidade do Sul de Minas Gerais, em alunos e alunas do terceiro ano do Ensino Médio.

Inicialmente, construímos um módulo didático (MD), constituído por duas aulas, com a temática associação de resistores. Também utilizamos o Plano de Estudos Tutorados (PET)<sup>2</sup>, volume 4, referente ao tema físico proposto, uma vez que o mesmo foi uma das ferramentas utilizadas pelos alunos e alunas no sistema das aulas remotas. Especificamente, utilizamos apenas o resumo proposto pelo PET. Usamos como método de construção e aplicação do MD, de modo generalizado, uma adaptação do *Peer Instruction (PI)*, de Mazur (2015), para aulas remotas, como é apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Proposta de um Módulo Didático a partir do *PI* adaptado para o formato de aula remota

Etapa	Descrição	Tempo
Pré-aplicação do <i>PI</i>	O professor deve fornecer aos alunos e alunas, um material para que eles leiam e vídeos complementares ao conteúdo, para que eles possam assistir em casa. Em nosso trabalho, como forma de adaptação dessa primeira etapa para aulas remotas, pedimos que lessem previamente o material de Física do PET volume 4 do terceiro ano do Ensino Médio. Como testes de leitura, utilizamos algumas das atividades do referido material, cujas respostas dadas pelos alunos e alunas conduziram os tópicos conceituais a serem apresentados na etapa 1.	Anterior às aulas
1	Os conceitos sobre o tema são apresentados sem interrupção pelo professor, por meio de slides.	Até 10 minutos

<sup>2</sup> O Plano de Estudos Tutorados (PET) é uma das ferramentas do Regime de Estudo Não Presencial (REANP), desenvolvido pela Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais. Ele foi ofertado aos alunos da rede pública como alternativa para a continuidade no processo de ensino e aprendizagem, no período em que as aulas estiveram suspensas, como medida de prevenção da disseminação da COVID-19 em Minas Gerais. O PET do Ensino Médio consiste num material didático virtual, dividido em volumes (1 a 7) e em séries (1º, 2º 3º ano), assim como temas do currículo de Física. Ele tem o formato de apostila, que é dividido em quatro semanas. Cada semana possui um resumo do conteúdo a ser estudado, seguido de atividades a serem feitas pelos alunos.

2	Proposta de uma questão conceitual de múltipla escolha sobre o tema, a ser apresentada e lida pelo professor por meio de um slide.	1 minuto
3	Tempo para os alunos e alunas pensarem e anotarem suas respostas individuais no formulário do <i>Google Forms</i> .	2 minutos
4	Se mais de 70% dos alunos escolheram a resposta certa, o professor confirma e passa para a próxima questão ou tópico.	Sem mensuração
5	Caso ocorra grande divergência nas respostas (entre 30% e 70%), os estudantes são divididos em salas, em duplas ou trios, por meio da plataforma <i>Zoom</i> , para que eles discutam suas respostas e tentem convencer um ao outro. É importante colocar um aluno ou aluna que acertou a resposta com aquele ou aquela que errou.	3 minutos
6	Os estudantes respondem novamente a mesma questão por meio de um novo formulário no <i>Google Forms</i> .	1 minuto
7	O professor analisa novamente as respostas por meio dos gráficos elaborados automaticamente pelo formulário do <i>Google Forms</i> e informa aos alunos e alunas, a nova distribuição geral das respostas.	Até 2 minutos
8	Se caso as novas respostas atingiram mais de 70% da correta, os alunos e alunas discutem com o professor sobre tais respostas.	2 minutos
9	O professor apresenta e explica a resposta correta.	1 minuto
Observação	Se caso nas etapas 4 ou 8, as respostas corretas atingirem menos que 30%, o professor retorna a etapa 1, explicando novamente o conteúdo, com uma estratégia diferente, e apresenta novas questões conceituais diferentes da que usou inicialmente.	Sem mensuração

Fonte: Adaptado de Mazur (2015).

O MD consistiu em duas aulas de 60 minutos, aplicadas em dois dias distintos, no segundo semestre de 2020, utilizando a estrutura apresentada pelo Quadro 1. Especificamente, as duas aulas tiveram, *a priori*, a seguinte formatação:

a) Aula 1: apresentação da associação em série de resistores e proposta de aplicação de quatro questões conceituais de múltipla escolha; apresentação da associação em paralelo de resistores e proposta de aplicação de cinco questões de múltipla escolha.

b) Aula 2: apresentação da associação mista de resistores e proposta de aplicação de dez questões conceituais de múltipla escolha.

É importante destacar que o MD teve uma estruturação inicial formatada de maneira a prever cada etapa do *PI*. No entanto, em sua aplicação, nem todas as questões conceituais de



múltipla escolha deveriam ser aplicadas. O critério utilizado pelo professor seguiu o andamento das aulas, a partir das respostas dos alunos, baseando-se nas etapas do *PI*.

Como essa investigação tem como objetivo de análise o mundo empírico em seu ambiente escolar fora do comum, num ambiente virtual, o contato direto do pesquisador com os sujeitos da pesquisa, se deu exclusivamente por meio TDICs, tais como aplicativos e programas de computador. Os alunos e as alunas foram convidados a participar da pesquisa, especificamente por meio de um grupo do *WhatsApp*. Após serem apresentados o objetivo da pesquisa aos alunos e alunas e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, foi criado um novo grupo na mesma rede social.

Para a aplicação das aulas, foi utilizado o aplicativo *Zoom Video Communications*, na sua forma gratuita. É um aplicativo de conferência remota, que combina videoconferência, reuniões online, bate-papo e colaboração móvel. O mesmo permite aplicar uma das etapas do *PI* que é a discussão entre os estudantes, em duplas ou trios, de formas separadas, em salas simultâneas. Isso pode ser feito dividindo os alunos e as alunas participantes da reunião, em salas separadas. O professor tem a autonomia de realocar os estudantes da maneira mais conveniente, de forma a atender ao *PI*. Portanto, a sua escolha adveio do fato de que era necessário utilizarmos uma ferramenta que fosse gratuita, de fácil acesso e com a qual fosse possível executar cada etapa do *PI*, sobremaneira, a discussão por pares.

Também foi utilizado o aplicativo de gerência de pesquisas *Google Forms*, em sua versão gratuita, para composição dos formulários com questões conceituais que foram respondidos pelos/as alunos/as instantaneamente no desenvolvimento da aula.

Dessa maneira, a análise da discussão nos grupos foi feita a partir da gravação da aula no *Zoom*. A observação e andamento das respostas dos testes conceituais do MD foram feitos por meio dos formulários eletrônicos do *Google Forms*. Após o término da aula, foi pedido para os alunos e alunas responderem a um questionário de 10 questões sobre a avaliação da aula, também por meio dessa mesma ferramenta.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a exposição do conteúdo sobre a associação em série de resistores, foi aplicada a primeira questão conceitual:

Quadro 2 – Questão conceitual 1 da associação em série de resistores

*Considere dois resistores idênticos conectados em série (um atrás do outro). Se houver corrente elétrica circulando através da combinação, a corrente no segundo resistor será:*

1. igual à;
2. metade da;
3. menor (mas não necessariamente metade) do que a corrente no primeiro resistor.

Fonte: Mazur (2015).

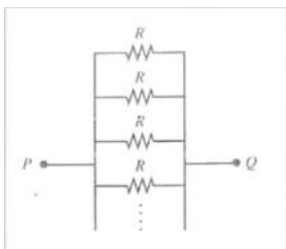
Nessa questão, o intuito foi trabalhar o conceito de que a corrente elétrica percorrida no circuito em série é a mesma, uma vez que há conservação de carga elétrica quando a corrente passa através do primeiro e do segundo resistor. Logo, a resposta correta seria a opção 1. Dos 12 alunos que acessaram o *Google Forms*, 90% responderam corretamente à questão. Essa porcentagem dentro do método do *PI* permitiu ao professor continuar com a próxima questão sem precisar fazer a discussão em pares.

Com o intuito de continuar aplicando o método do *PI*, foram aplicadas mais duas questões com o mesmo contexto conceitual das propriedades da associação em série. No entanto, todos os alunos e alunas responderam corretamente à segunda questão, totalizando 100%, e 83,3% responderam corretamente à terceira questão. Tais porcentagens, novamente, permitiram ao professor continuar com a apresentação do segundo tópico da aula, que foi a associação em paralelo.

Após 10 minutos de apresentação do conteúdo, foi disponibilizada a primeira questão conceitual sobre o tema, apresentada abaixo:

Quadro 3: Questão conceitual 1 da associação em paralelo

*No circuito paralelo mostrado abaixo, quatro resistores idênticos  $R$  são acrescentados, a resistência total entre os pontos  $P$  e  $Q$*



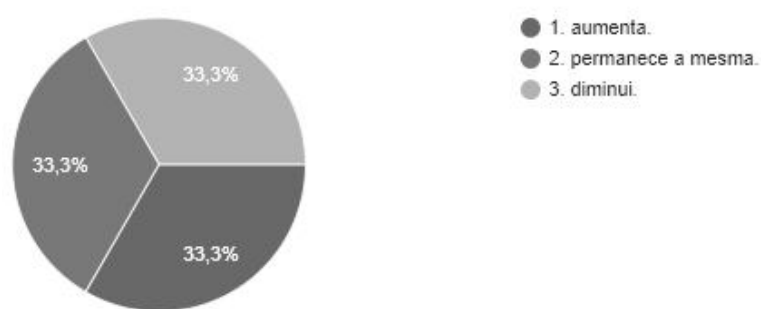
1. aumenta.
2. permanece a mesma.
3. diminui.

Fonte: Mazur (2015).

O intuito dessa questão foi discutir o conceito de corrente elétrica total. Esta aumenta à medida que os resistores são acrescentados de maneira que a resistência equivalente diminui. Dessa forma, a resposta correta era a opção 3.

Para essa questão, tivemos um resultado interessante, como é mostrado no Gráfico 1 a seguir:

Gráfico 1: Respostas à questão conceitual 1 da associação em paralelo



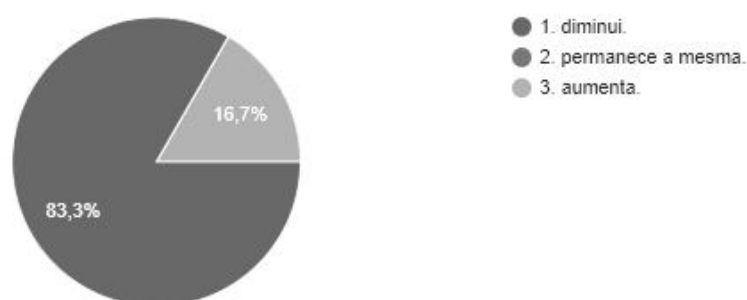
Fonte: Os autores.

Assim, como a resposta correta atingiu a porcentagem de 33,3%, i.e., levemente acima de 30%, o professor optou por aplicar o *PI* através das discussões em pares. Os alunos e as alunas foram divididos em duplas, por meio das salas do *Zoom*, para discutirem suas respostas. Quando retornaram, eles responderam novamente à questão. Observou-se que a porcentagem da resposta correta diminuiu de 33,3% para 28,6%. Aclaramos que isso ocorreu devido ao fato de que as respostas dadas dependeram das interações entre os pares de alunos e de alunas que, após consenso, deliberaram e se posicionaram diante da situação-problema da questão conceitual 1. A variação negativa entre o primeiro posicionamento (33,3%) e o segundo (28,6%) sugere que as interações entre alguns pares não foram favoráveis, levando estes a responderem de maneira equivocada ao questionamento. Em suma, interações favoráveis dão origem a um percentual maior de acerto; e interações desfavoráveis levam a um percentual menor de respostas certas. Entende-se, aqui, que uma discussão entre os pares que pode ser caracterizada como uma interação favorável esteja pautada em pressupostos e

conceitos científicos, dando origem a uma resposta certa do ponto de vista físico (ARAÚJO; MAZUR, 2013; MAZUR, 2015).

Nesse viés e compreendendo a importância de os estudantes apreenderem as ideias trabalhadas na questão conceitual, o professor retomou novamente a explicação dos principais pontos do conceito, de forma a sanar as dúvidas dos alunos e alunas, e uma nova questão isomórfica foi realizada. Isso havia sido realizado na segunda aula, devido a problemas de conectividade com a rede de *Internet* não previstos na primeira aula. Dessa maneira, o novo resultado apresentou 83,3% de respostas corretas, como mostra o gráfico 2 a seguir:

Gráfico 2: Novas respostas à questão conceitual sobre associação em paralelo

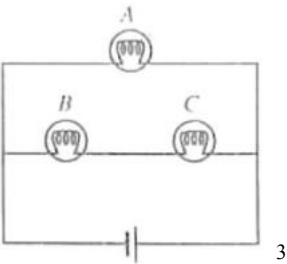


Fonte: Os autores.

Em seguida, o professor deu continuidade e passou para a próxima etapa, que foi apresentar os principais tópicos de uma associação mista de resistores, destacando também a noção de curto-circuito. Após uma breve explanação, foi realizada a primeira questão conceitual:

Quadro 4: Questão conceitual 1 da associação mista de resistores

*Todas as três lâmpadas de filamento do circuito têm a mesma resistência. Sabendo que o brilho é proporcional à potência dissipada, o brilho das lâmpadas B e C juntas, em comparação com o brilho da lâmpada A, é:*

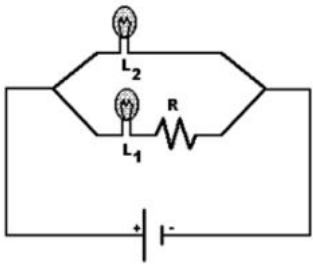
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. o dobro.</li> <li>2. o mesmo.</li> <li>3. a metade.</li> </ol>
---	--

Fonte: Mazur (2015).

O intuito da questão foi destacar que partindo da noção de potência dissipada nas lâmpadas em série, o brilho das lâmpadas B e C seriam a metade do brilho da lâmpada A, ou seja, a resposta correta seria a opção 3. Após os alunos e alunas responderem, 36,4% deram a resposta correta. No entanto, estava bem próximo do limiar de 30%, assim o professor decidiu colocar os/as alunos/as para discutirem em pares.

A partir da discussão por meio das salas virtuais do *Zoom*, os alunos e alunas voltaram ao grupo como um todo e responderam novamente a questão. A nova porcentagem subiu para 42,9%. Embora tenha aumentado muito pouco a quantidade de respostas corretas, o professor explicou a solução da questão e apresentou a próxima questão que tinha o mesmo intuito e objetivo da primeira:

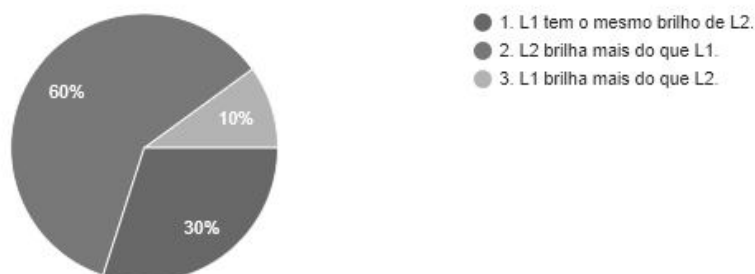
Quadro 5: Questão conceitual 2 da associação mista de resistores

<p>No circuito da figura 3, <math>R</math> é um resistor. Neste circuito:</p>	
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>L1</math> tem o mesmo brilho de <math>L2</math></li> <li>2. <math>L2</math> brilha mais do que <math>L1</math>.</li> <li>3. <math>L1</math> brilha mais do que <math>L2</math>.</li> </ol>

Fonte: Silveira (2011).

Depois de os/as alunos/as responderem (ver gráfico 2), o resultado ao formulário foi o seguinte:

Gráfico 3: Respostas à questão conceitual 2 da associação mista de resistores



Fonte: Os autores.

Das respostas obtidas, 60% responderam corretamente, ou seja, a lâmpada L2 brilha mais do que L1. Nessa porcentagem, optou-se por colocar os estudantes para discutirem entre si. Após o tempo estipulado, eles responderam novamente às questões. O gráfico 4 que se tem em seguida apresenta o novo resultado:

Gráfico 4: Novas respostas à questão conceitual 2 sobre associação mista de resistores



Fonte: Os autores.

Dessa maneira, a resposta correta passou de 60% para 77,6%, apresentando uma melhora na compreensão dos alunos e alunas sobre o tema proposto. O professor pediu para os/as alunos/as apresentarem as justificativas de suas respostas, explicou-a corretamente e tirou as últimas dúvidas.

A partir daí, foram apresentadas mais duas questões conceituais sobre curto-circuito, sendo que na terceira, a porcentagem foi de 80% das respostas corretas e, a segunda foi de

50%, sendo necessário a discussão em pares. A aula finalizou com a explicação da resposta correta.

## INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

As três questões conceituais, referentes à associação em série de resistores, demonstraram que a primeira etapa do *PI*, que consiste na apresentação ininterrupta dos conceitos pelo professor, pode ser relevante para tirar todas as dúvidas relacionadas à leitura prévia do material a ser fornecido pelo mesmo. Nesse caso, o PET 4 apresentava uma explicação sobre o conteúdo, os alunos/as tiveram de ler em casa, fazer as atividades do próprio PET, que em nosso trabalho, como forma de adaptação da primeira etapa do *PI*, para aulas remotas, funcionou como forma de teste de leitura, e com a explicação dada pelo professor na sala virtual, eles/as puderam complementar o que foi pedido para estudar. Como o resultado das respostas certas foram de 90%, 100% e 83,3%, pudemos inferir que os alunos e as alunas compreenderam bem as principais características e propriedades físicas da associação em série, em específico, que a corrente percorrida no circuito é a mesma para cada resistor. Conforme Mazur (2015), o *PI* bem-sucedido exige papéis distintos para o livro e para as aulas expositivas, diferentes das aulas convencionais. Nesse caso, o PET foi importante para introduzir o material e essa primeira parte da aula pôde esclarecer as dificuldades potenciais, aprofundando a compreensão do tópico em questão, e, conseqüentemente, permitindo a aprendizagem do mesmo, por grande parte dos alunos.

Na segunda parte da aula, foi explorada a associação em paralelo de resistores. A única questão aplicada na primeira aula, levou à discussão por pares, de acordo com a etapa 6, na qual os alunos foram divididos por sala. Inicialmente, a porcentagem foi de 33,3% das respostas certas. Após a discussão, diminuiu para 28,6%.

Nesse caso, o professor teve que retomar a etapa 1, na qual explicou de forma diferenciada o conteúdo. Os alunos e as alunas responderam novamente a uma nova questão e o resultado aumentou para 83,3%. Dessa forma, podemos destacar que o papel do professor como mediador foi importante no processo de aprendizagem relacionado ao conceito de que numa associação em paralelo, na medida em que acrescentamos resistores, a corrente aumenta e a resistência total diminui. Assim, essa etapa do *PI* também demonstrou ser essencial no

processo de aprendizagem dos respectivos conceitos físicos, uma vez que, com a discussão das respostas, os alunos e as alunas foram forçados a pensar com base nos argumentos que estão sendo desenvolvidos e deu-lhes um modo de avaliar a sua compreensão do conceito (MAZUR, 2015), reforçando a relevância dos testes conceituais no processo de aprendizagem do assunto em questão.

Na segunda aula foi explorada a associação mista de resistores e a noção de curto-circuito. Na primeira questão conceitual explorada, foi trabalhada a relação da potência dissipada com o brilho de uma lâmpada, em específico, numa associação mista. Dessa maneira, 36,4% responderam corretamente, de forma que os/as alunos/as foram colocados novamente para discutir em pares. Após isso, as respostas corretas subiram para 42,9%. Não obstante nesta etapa tivéssemos percebido uma melhora na compreensão, foi necessário o professor explicar corretamente a questão e continuar explorando novamente outra questão isomórfica, com a mesma essência conceitual, para verificar se houve melhora na aprendizagem. O novo resultado subiu para 60%. Assim, os estudantes foram colocados novamente para discutirem em pares, de acordo com a etapa 6, de forma que pudessem convencer um ao outro com suas respostas. Após isso, o novo resultado subiu para 77,6%. Portanto, podemos inferir que essa etapa do *PI* foi precípua para que houvesse uma melhora na aprendizagem do conceito destacado.

Esses resultados corroboram a importância que Araujo e Mazur (2013) dão ao processo de discussão entre os alunos no *PI*, uma vez que ela promove a aprendizagem com foco no questionamento de forma que os alunos e as alunas pensam e discutam as ideias sobre o conteúdo, em vez de ficarem assistindo passivamente as exposições orais do professor. Além disso, como destaca Mazur (2015), no *PI*, um ambiente favorável ao diálogo é proporcionado, no qual aqueles alunos/as que chegaram a respostas corretas, através de argumentação, possam auxiliar os que erraram.

Ponderamos que a aprendizagem de propriedades físicas foi fortalecida pela discussão em pares, e, assim, corroboramos com a concepção de que “as discussões para convencer o colega quebram a inevitável monotonia das aulas expositivas passivas e, mais importante, os estudantes não se limitam a simplesmente assimilar o material que lhes é apresentado [...]” (MAZUR, 2015, p. 14).



Portanto, em nosso trabalho, consideramos que o *Peer Instruction*, como uma metodologia ativa, pôde promover uma melhoria na aprendizagem de conceitos físicos, em específico sobre a associação de resistores. Por meio de cada etapa desse método, em especial a discussão em pares, o *PI* também proporcionou ambiente de diálogo, reflexão e uma interação maior entre os alunos e alunas, além das explicações dadas pelo professor vinculadas às questões conceituais.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Propusemo-nos nesta pesquisa abarcar como uma das mais usadas metodologias ativas, o *Peer Instruction*, poderia contribuir para o processo de ensino de conceitos físicos nos tempos de pandemia da COVID-19, no formato de aulas remotas. Isso foi feito a partir da aplicação de um módulo didático de duas aulas. Após a aplicação, observamos que esse método, a partir da discussão e interação entre os alunos/as pôde promover uma grande melhora na aprendizagem de conceitos físicos, além de propiciar uma participação mais ativa do aluno/a.

Especificamente, cada etapa do *PI*, em especial a etapa 1, que consiste na apresentação dos conceitos sem interrupção pelo professor, a etapa 2, que é a proposta das questões conceituais de múltipla escolha e a etapa 5 que consiste na discussão em pares, foram essenciais para que os alunos e alunas aprendessem efetivamente os seguintes conceitos: (i) a corrente elétrica percorrida no circuito em série é a mesma, uma vez que não há perda nem ganho de carga quando a corrente passa através do primeiro resistor; (ii) numa associação em paralelo, na medida que acrescentamos resistores, a corrente aumenta e a resistência total diminui; e (iii) há uma relação entre a potência dissipada com o brilho de uma lâmpada na associação mista de resistores.

Embora existam limitações e algumas desvantagens no uso das TDICs nas aulas remotas, como o fato de nem todos/as os/as alunos/as possuírem *Internet* e celulares ou computadores para participarem das aulas, fato que ocorreu em nossa pesquisa, é possível utilizá-las com um complemento e instrumento no processo de ensino pelo professor ou professora.

As plataformas utilizadas neste trabalho, como o *Zoom* e *Google Forms*, também apresentaram suas limitações; no entanto, conseguiram atender às exigências do método do *PI*.

Ressaltamos que o/a professor/a também pode utilizar e buscar outras ferramentas e possibilidades de uso em suas aulas. Apresentamos apenas uma ideia e modelo de aplicação.

Ainda que haja limitações e algumas desvantagens no uso do *PI*, corroboramos com a ideia de que esse método de Mazur (2015), apresenta grandes vantagens e potencialidades para o processo de ensino e aprendizagem de conceitos, não somente da Física, mas no ensino de Ciências no geral, na Matemática, e, inclusive, em Ciências Humanas, sendo possível utilizá-lo em aulas remotas, por meio de uma aprendizagem significativa.

Por fim, julgamos ser necessária a ampliação do repertório de pesquisas sobre a metodologia do *Peer Instruction* para verificar-se outras potencialidades e fragilidades no âmbito do Ensino de Física.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos às alunas e aos alunos voluntários, seus pais e responsáveis, pela confiança; aos árbitros deste artigo pelas sugestões e questionamentos que contribuíram para a melhoria da comunicação de nossos resultados de pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ARAGÃO, J. W. M.; NETA, M. A. H. **Metodologia científica**. Salvador: UFBA, Faculdade de Educação, Superintendência de Educação a Distância, 2017, 51 p. Disponível em: <<http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/30900>>. Acesso em: 05 de abril de 2020.

ARAUJO, A. V. R.; SILVA, E. S.; JESUS, V. L. B.; OLIVEIRA, A. L. Uma associação do método *Peer Instruction* com circuitos elétricos em contextos de aprendizagem ativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, vol. 39, nº 2, p. 1-6, 2017.

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e Ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 30, n. 2: p. 362-384, 2013.

BERBEL, N. A. N. **As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes.** Semina: Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011. (artigo 8)

BRASIL. Ministério da Saúde. **Painel de casos de doença pelo coronavírus 2019 (COVID-19) no Brasil pelo Ministério da Saúde.** Banco de dados do Sistema Único de Saúde-DATASUS. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 14 out 2020.

CARDOSO, R. K. **Atividades experimentais aliadas à construção e aplicação de softwares no Ensino de Física: um estudo sobre associação de resistores.** 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2019.

COLL, C.; MONEREO, C. Educação e aprendizagem no século XXI. COLL, C.; MONEREO, C. In: **Psicologia da Educação Virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação.** Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 97-154.

FERRER, R. Pandemia por COVID-19: el mayor reto de la historia del intensivismo. **Medicina Intensiva**, v. 44, p. 323-324, 2020.

MARCH, A. F. Metodologías Activas para la Formación de Competencias. **Educatio siglo XXI**, v. 24, p. 35-56, 2006.

MAZUR, E. **Peer Instruction a Revolução da Aprendizagem ativa.** Porto Alegre: Penso, 2015.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação. Resolução n. 4310, Dispõe sobre as normas para a oferta de Regime Especial de Atividades Não Presenciais, de 17 de abril de 2020. Institui o Regime Especial de Teletrabalho nas Escolas Estaduais da Rede Pública de Educação Básica e de Educação Profissional, em decorrência da pandemia Coronavírus (COVID-19), para cumprimento da carga horária mínima exigida. **Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais**, Belo Horizonte, MG, 2020.

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

MÜLLER, M. G.; BRANDÃO, R. V.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Implementação do Método de Ensino Peer Instruction com o Auxílio dos Computadores o Projeto “UCA” em Aulas de Física do Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 1, p. 491-524, 2012.

MÜLLER, M. G.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.; SCHELL, J. Uma revisão da literatura acerca da implementação da metodologia interativa de ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 1-20, 2017.

PAIVA, M. R. F.; PARENTE, J. R. F.; BRANDÃO, I. R.; QUEIROZ, A. H. Metodologias Ativas de Ensino-Aprendizagem: Revisão Integrativa. **SANARE**, Sobral, v. 15, n. 2, p. 145-153, 2016.

PEREIRA, A. S.; SHITSUKA, D. M.; PEREIRA, F. J.; SHITSUKA, R. **Metodologia da Pesquisa Científica**. Santa Maria: UFSM, NTE, 2018.

PORTER, L.; CYNTHIA, L. B.; SIMON, B.; ZINGARO, D. Peer Instruction: Do Students Really Learn from Peer Discussion in Computing? In: International Workshop on Computing Education Research, 7, 2011, New York, Anais [...]. Nova York, 2011.

RUIZ, M. V.; SAORÍN, J. M. Análisis de las metodologías activas en el grado de maestro en educación infantil: la perspectiva del alumnado. **REIFOP**, Zaragoza, v. 14, n. 36, p. 207-217, 2011.

SILVEIRA, F. L. Um teste para verificar se o respondente possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. In: ROCHA FILHO, J. B. (org.). **Física no ensino médio: falhas e soluções**. Porto Alegre: Edipucrs, 2011. p. 61-67.

VALENTE, V. A.; ALMEIDA, M. E. B.; GERALDINI, A. F. S. Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 17, n. 52, p. 455-478, 2017.

VIEIRA, L. D. O uso do simulado PhET para o Ensino de Associação de Resistores. 2015. 70 p. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2015.

## METODOLOGIAS ATIVAS E AUTONOMIA: UMA REVISÃO DAS PESQUISAS BRASILEIRAS EM EDUCAÇÃO

**Cleci T. Werner da Rosa**

Doutora em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina. Professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo/UPF.

E-mail: [cwerner@upf.br](mailto:cwerner@upf.br)

**Caroline Ghiggi**

Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade de Passo Fundo/UPF. Bolsista CAPES no doutorado em Educação pelo Programa de Pós-Graduação em Educação na Universidade de Passo Fundo/UPF.

E-mail: [120554@ufp.br](mailto:120554@ufp.br)

**Ana Rita Mota**

Doutora em Física pela Faculdade de Ciências da Universidade do Porto/FCUP. Departamento de Física e Astronomia, Universidade do Porto, Portugal. E-mail: [ana.mota@fc.up.pt](mailto:ana.mota@fc.up.pt)

**Resumo:** As metodologias ativas promovem um ambiente de aprendizagem em que o aluno é estimulado a assumir uma postura ativa na construção do seu próprio conhecimento, buscando a autonomia e autorregulação nos processos de aprendizagem. Além disso, ações que primam por essa participação ativa dos sujeitos oportunizam diálogos, interação e motivação na aprendizagem. A partir dessas constatações observadas na literatura da área, o presente artigo se propôs a realizar uma investigação em 15 estudos – 1 tese e 14 dissertações brasileiras – publicados entre 2015 e 2019, a fim de verificar que aspectos têm sido privilegiados nas pesquisas que envolvem as metodologias ativas e a autonomia. De que autonomia os estudos falam? Como ela se relaciona com as metodologias ativas? Mediante a análise do *corpus*, foi possível identificar que a autonomia se encontra vinculada a estudos envolvendo processos autorregulatórios, à contribuição para a formação profissional e à sua relação com a motivação.

**Palavras-chave:** Metodologias ativas, Autonomia, Autorregulação, Motivação.

## ACTIVE LEARNING METHODOLOGIES AND AUTONOMY: A BRAZILIAN EDUCATION RESEARCH REVIEW

**Abstract:** The active learning methodologies promote a learning environment where the student is encouraged to take an active ownership of their learning, seeking autonomy and self-regulation in the learning process. In addition, it is observed that actions that emphasize the student's active participation provide dialogues, interaction and motivation. Based on

these findings, presented in literature, this study developed an investigation in 15 brazilian theses and dissertations, between 2015 and 2019, in order to verify the aspects that have been privileged in studies involving autonomy in active learning methodologies. What autonomy do the studies speak of? How autonomy is related to active learning methodologies? Therefore, the corpus was analyzed, identifying that autonomy is linked to studies involving self-regulatory processes, a contribution to professional training and its relationship with motivation.

**Keywords:** Active learning Methodologies, Autonomy, Self-regulation, Motivation.

## INTRODUÇÃO

As exigências do mundo atual, nos diversos setores, têm demandado o desenvolvimento de habilidades como a capacidade de pensar, a autonomia intelectual e o pensamento crítico num sentido cada vez mais profundo e humano. A escola deixou de ser apenas um local de transmissão de conhecimentos e passou a se focar no aprimoramento do aluno como pessoa, acrescentando à sua formação acadêmica, na conquista de níveis complexos de pensamento, a sua formação ética no domínio de atitudes e valores.

Nas últimas décadas, temos vivido em meio a consecutivas descobertas sobre a mente e o cérebro, mais concretamente no domínio dos processos de aprendizagem (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2000). Como consequência, os pesquisadores começaram a se interessar pela promoção e análise de ambientes educativos que permitam o desenvolvimento de habilidades como a autonomia, o pensamento crítico e a autorregulação (MOTA; ROSA, 2018).

Nesse contexto, as metodologias ativas vêm ocupando um lugar privilegiado entre a comunidade acadêmica pela sua capacidade de transformar cada aluno num profissional generalista, humanista, crítico e reflexivo. Ambientes de ensino em que o estudante acompanha passivamente a matéria lecionada pelo professor, por meio de aulas expositivas, não possibilitam esse compromisso, porque a alienação do aluno neste tipo de aula, somada à avaliação rara e pouco diversificada, não contribui para o desenvolvimento de tais competências. No Brasil, Paulo Freire é, talvez, um dos defensores das metodologias ativas mais reconhecidos, ao argumentar que a aprendizagem é ativada por meio da resolução de

problemas reais, da solução de desafios e da construção de novos conhecimentos a partir dos acumulados pelas experiências vividas (FREIRE, 1996).

As metodologias ativas consistem em processos interativos de conhecimento, com o objetivo de solucionar desafios advindos das atividades essenciais da prática social, em diferentes contextos. Nesse caminho, o professor atua como orientador, oferecendo meios para o aluno desenvolver a capacidade de reflexão, análise e decisão frente às situações e apresentar soluções em consonância com o perfil psicossocial da comunidade na qual está inserido (BERBEL, 2011). Ao professor cabe, também, a exigente tarefa de incentivar os alunos a avaliarem seu próprio progresso de aprendizagem e a se responsabilizarem por ele.

Apesar de diversidade de metodologias ativas existentes (DOCKTOR; MESTRE, 2014), é possível constatar que todas apresentam traços comuns, como a preocupação de envolver o aluno ativamente na sala de aula, a aposta no trabalho colaborativo, com avaliação constante e diversificada acompanhada de *feedback* rápido e, finalmente, a promoção da autonomia (MICHAELSEN, 2008).

À medida que aprendem a monitorar seu próprio progresso, os alunos tornam-se mais motivados por seus sucessos e começam a adquirir um senso de propriedade e responsabilidade pelo papel que desempenham no seu sucesso (NOVEMBER, 2012). Para serem autônomos, no entanto, precisam ter alguma escolha e controle reais. Nessa perspectiva, quando compreendem seu papel no que se refere aos próprios comportamentos de pensamento e aprendizado, a probabilidade de que assumam a responsabilidade por seu aprendizado é maior.

Segundo Reeve (2009), a autonomia do aluno é promovida quando o professor, em sala de aula, sustenta os recursos motivacionais internos (interesses pessoais); apresenta explicações racionais para o estudo de determinado conteúdo ou para a realização de determinada atividade; usa de linguagem informacional, não controladora; é paciente com o ritmo de aprendizagem dos alunos; reconhece e aceita as expressões de sentimentos negativos que eles manifestam (REEVE, 2009).

No ambiente escolar, atividades de aprendizagem que promovam o envolvimento pessoal, baixa pressão, elevada flexibilidade em sua execução e percepção de liberdade psicológica e de escolha concorrem para a promoção da autonomia (BERBEL, 2011).

Segundo essa perspectiva, encontramos na metacognição um importante foco para a promoção da autonomia (e resiliência) do aluno, ao incentivá-lo a se avaliar e se autorregular durante o desenvolvimento das ações pedagógicas. O psicólogo americano John Flavell, precursor da metacognição, associa as competências metacognitivas à tomada de consciência dos sujeitos sobre o seu próprio conhecimento. Apesar da diversidade de interpretações e das constantes evoluções do termo (ROSA; MENESES, 2020), é mais ou menos consensual que a metacognição reside no conhecimento que o sujeito tem sobre seu conhecimento (nos subdomínios pessoa, tarefa e estratégia) e na capacidade de (auto)regulação do processo de aprendizagem (nos subdomínios planificação, monitoração e avaliação) (ROSA, 2011). Esses processos de ordem superior ou metacognitivos consistem principalmente em autoavaliação e autogestão de pensamentos e sentimentos; eles envolvem, fundamentalmente, a realização do papel do eu como agente no processo de aprendizagem.

Por consequência, propostas didáticas associadas a momentos de ativação do pensamento metacognitivo (MOTA et al., 2019; ROSA; MENESES, 2020) possibilitam que os estudantes questionem e encontrem respostas para desafios do seu interesse. Além disso, permitem que eles tomem consciência das suas ideias iniciais e da forma como estas vão lentamente se moldando no sentido de se tornarem cientificamente corretas, provocando um sentimento de autoestima imprescindível em todo processo de aprendizagem (ROSA; MENESES, 2020).

Paralelamente à metacognição, encontramos na literatura estudos motivacionais cognitivos fortemente associados à autonomia. Segundo Guimarães (2003), DeCharms sugere a primeira ideia de autonomia ou autodeterminação associada a uma necessidade psicológica inata que se relaciona com a motivação intrínseca. As pessoas naturalmente realizam uma determinada atividade se acreditam que o fazem livremente, por vontade própria, quando ela é coerente e alinhada com os interesses, as preferências e as necessidades pessoais (DeCHARMS, 1984 apud GUIMARÃES, 2003), e não por serem obrigadas por fatores externos.

Estudos substanciais como o desenvolvido por Dickinson (1995) indicam que o sucesso na aprendizagem e a motivação dependem de os alunos assumirem a responsabilidade por sua própria aprendizagem, podendo controlar seu próprio aprendizado e perceber que seus



sucessos ou fracassos devem ser atribuídos a seus próprios esforços e estratégias, e não a fatores fora de seu controle. A existência de fatores externos pode levar a sentimentos negativos de fraqueza e ineficácia por parte do aluno, que pode se sentir como “marionete”, por ser externamente guiado. Fazer algo por obrigação leva a que o indivíduo tenha a sua atenção desviada da tarefa, diminuindo as possibilidades de se manifestar a sua motivação intrínseca (GUIMARÃES, 2003).

No geral, argumenta-se que a regulação motivacional é um aspecto crítico da aprendizagem autorregulada que deve ser estudada mais minuciosamente (WOLTERS, 2011). Segundo o autor:

Se as tarefas na escola fossem sempre agradáveis, o material constantemente interessante e altamente valorizado e os alunos sempre confiantes nas suas competências, regular a motivação seria desnecessário. Até que esse ideal seja alcançado, a motivação dos alunos será uma importante preocupação (WOLTERS, 2011, p. 279).

A curiosidade pode ser estimulada quando os alunos são incentivados a trabalhar em colaboração com seus professores e colegas na busca de respostas para suas perguntas em ambientes de aprendizado baseados em perguntas. Ter escolhas permite que até mesmo as crianças aprendam maneiras de assumir o controle ou a propriedade sobre seu próprio aprendizado, o que, por sua vez, ajuda os alunos a desenvolverem um senso de responsabilidade e automotivação.

Com este artigo, registramos uma reflexão respaldada na literatura, considerando estudos voltados para a promoção da autonomia de alunos com o uso de metodologias ativas. A problemática parte da diversidade de possibilidades de utilização das metodologias ativas e do modo como a literatura nacional tem se valido delas no que toca à promoção da autonomia. Nesse sentido, após o mapeamento e a caracterização de teses e dissertações brasileiras que vinculam metodologia ativa com autonomia, buscamos responder aos seguintes questionamentos: de que autonomia essas pesquisas falam? Como elas se relacionam com as metodologias ativas?

## ABORDAGEM METODOLÓGICA

O presente estudo identifica-se como uma pesquisa de abordagem qualitativa, que, segundo Bogdan e Biklen (1994), tem como objetivo compreender e descrever significados. Além disso, a pesquisa revela-se um estudo do tipo “estado do conhecimento”. Como mencionado por Romanowski e Ens (2006), esse tipo de estudo visa abordar apenas um setor das publicações sobre o tema estudado, todavia, o recorte mostra-se válido por mapear e discutir certa produção acadêmica,

[...] tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que formas e em que condições têm sido produzidas certas dissertações de mestrado e teses de doutorado, publicações em periódicos e comunicações em anais de congressos e seminários (ROMANOWSKI; ENS, 2006, p. 46).

A partir dessa identificação, o estudo toma como *locus* para coleta de dados o banco de teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). As teses e dissertações foram selecionadas entre as disponíveis na Plataforma Sucupira, abrangendo o período de 2015 a 2019. A busca utilizou os seguintes descritores: “metodologias ativas”AND “Autonomia”, delimitando o campo de investigação para as áreas de Educação e Ensino, seguindo as áreas de avaliação da CAPES.

A busca, feita conforme os critérios mencionados, resultou em um conjunto de 36 trabalhos, cujos títulos e resumos foram lidos, descartando-se 21, por fugirem ao escopo da presente investigação. Os 15 trabalhos – 14 dissertações e uma tese – constituíram o *corpus* de análise e estão indicados pelas letras “D”, no caso das dissertações, e “T”, no caso da tese. Associada a essa identificação, incluímos o número do trabalho, seguindo a ordem cronológica de sua publicação. O Quadro 1 apresenta as dissertações e a tese listadas por ano de publicação.

Quadro 1- Trabalhos que compõem o *corpus* da pesquisa

Código	Título	Autor	Tese Dissertação	Ano
D1	Aprendizagem na Educação Superior: A auto-trans-formação do estudante na aprendizagem em problemas (problem-based-learning)	Elisa Carneiro Santos de Almeida	Dissertação	2015
D2	Abordagens metodológicas que favorecem a construção da autonomia intelectual do estudante: o trabalho com simulação das Nações Unidas na escola	Jones Godinho	Dissertação	2015
D3	Utilização das Metodologias Ativas na residência multiprofissional do Hospital Regional Dom Moura de Garanhuns (HRDM), Pernambuco	Maria Mônica de Almeida Henriques Miguel	Dissertação	2015
D4	Uma proposta didático-pedagógica para curso superior de teologia na modalidade EAD com práticas inovadoras	Lidiane Ribeiro da Silva de Souza	Dissertação	2016
D5	Estratégias de compreensão leitora: Uma proposta de atividades desenvolvidas sob a perspectiva das Metodologias Ativas de Ensino	Aline Diesel	Dissertação	2016
D6	Sala de aula invertida: Uma abordagem pedagógica no ensino superior no Brasil	Mara Dutra Ramos Rios	Dissertação	2017
T7	Das práticas tradicionais às reflexivas: os caminhos percorridos no processo de mudança metodológica nas aulas de Física em uma Instituição de Ensino Superior	Guilherme Muniz Pereira Chaves Urias	Tese	2017
D8	As metodologias ativas na prática de docentes do ensino profissional	Alessandra Martins Souza	Dissertação	2017
D9	A educação superior e as metodologias ativas de Ensino-Aprendizagem: Uma análise a partir da educação sociocomunitária	Renata dos Anjos Melo	Dissertação	2017
D10	Metodologias ativas e Ensino de Ciências na Educação Superior: Um estudo a partir da percepção do aluno	Veronica Gonçalves Duarte	Dissertação	2018
D11	Metodologias ativas no Ensino de Ciências Contábeis: PBL – problem based learning, na disciplina de arbitragem e perícia contábil	Adriano Barreira de Andrade	Dissertação	2018
D12	Reflexões docentes no Ensino Híbrido: O papel do professor no uso da tecnologia em sala de aula	Glauco de Souza Santos	Dissertação	2018
D13	O trabalho de campo no Ensino de Geografia: A cidade como experiência educativa	Davi Melo Barbosa Bachelli	Dissertação	2019
D14	Metodologias ativas de ensino e a motivação para aprender: percepções de estudantes de odontologia	Thiago Calabraro Menegazzi	Dissertação	2019
D15	Modelo híbrido de aprendizagem no ensino de Língua Portuguesa: Estudo de caso no Ensino Médio	Maria Izabel Oliveira da Silva	Dissertação	2019

Fonte: Os autores.

Para análise dos trabalhos, tomamos como referência o objetivo de mapear e analisar as produções brasileiras que relacionam a autonomia com as metodologias ativas. Para tanto, o Quadro 2 oferece um relato dos estudos selecionados, contemplando seu objetivo, os sujeitos envolvidos, os instrumentos utilizados na produção dos dados e os resultados obtidos. Na continuidade, apresentaremos as três categorias elencadas a partir da leitura e análise dos trabalhos.

Quadro 2 – Relato dos estudos selecionados

Código	Relato do estudo
D1	O estudo teve como objetivo compreender, a partir da óptica de estudantes de Medicina, as características da aprendizagem sob a perspectiva da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Como suporte teórico, a autora utilizou a abordagem construtivista de Lev Semenovitch Vigotski, particularmente a interação social para a compreensão de como o adulto do ensino superior aprende, sistematiza e produz novos conceitos. Os sujeitos da pesquisa foram 17 estudantes do 3º e 4º anos de um curso de Medicina. Os dados foram coletados a partir de gravações de depoimentos dos participantes e observações realizadas em cada encontro. Os resultados mostraram que: a construção da autonomia implica no estudante ser sujeito da sua própria aprendizagem utilizando a autorregulação; por favorecer a interação, a ABP se caracteriza pelo desenvolvimento da aprendizagem colaborativa, assim como de habilidades e atitudes; a contextualização teoria e prática proporcionada pela ABP contribui para o desenvolvimento da autonomia para o exercício da profissão.
D2	O trabalho teve como objetivo investigar a importância das metodologias ativas para favorecer o desenvolvimento da autonomia intelectual, utilizando como referência a atividade de simulação, já trabalhada na escola. A coleta de dados ocorreu por meio das percepções do pesquisador em relação às interações sociais durante o desenvolvimento da atividade e por meio de entrevista com amostra proposital, sendo 42 alunos e seis professores. Os resultados apontaram que a atividade permitiu ao estudante elaborar e reelaborar suas ideias de forma autônoma. Outro ponto que o pesquisador ressalta é que, quando aplicadas de forma estratégica e intencional, as abordagens metodológicas por meio dos conflitos cognitivos tornam-se agentes responsáveis do aprendizado.
D3	O objetivo do estudo foi analisar a opinião dos professores e alunos quanto à utilização das metodologias ativas na residência multiprofissional. O aporte teórico utilizado foi Paulo Freire ao enfatizar que a aprendizagem deve ser ativa, crítica e reflexiva, tendo como foco um aluno independente e autônomo. O estudo foi realizado com 56 sujeitos, entre eles, 36 docentes e 20 discentes da residência multiprofissional do HRDM. Os dados foram coletados por meio de uma entrevista estruturada com docentes e discentes, e a análise foi feita de forma quantitativa por meio do software SPSS 13.0. Os resultados apontaram que a utilização de Metodologias Ativas tem como vantagem contribuir no desenvolvimento dos profissionais em relação à criação de estratégias para resolução de problemas, no desenvolvimento da aprendizagem e no despertar da motivação e autonomia. Em relação às desvantagens, os resultados apontam a falta de capacitação, tempo e motivação do corpo docente, devido ao investimento das instituições nas capacitações adequadas para o uso desse tipo de metodologia de ensino.
D4	O objetivo do estudo consistiu em elaborar uma proposta didático-pedagógica para o ensino superior de Teologia na modalidade EaD, formato híbrido. Os sujeitos da pesquisa foram 15 especialistas que atuam diretamente com cursos de Teologia na modalidade EaD. Os aportes teóricos da pesquisa são as contribuições sobre a aprendizagem colaborativa de Vygotsky e o conceito de autonomia por Paulo Freire. A coleta de dados ocorreu por meio de entrevistas e formulários por correio eletrônico. Os resultados demonstraram uma concordância entre os requisitos provenientes da literatura e os dados coletados junto aos especialistas, e a totalidade dos entrevistados apontou a autonomia do estudante como uma característica imprescindível para a proposta.

D5	<p>O estudo teve por objetivo investigar como um acervo didático voltado para o ensino de leitura e elaborado à luz das metodologias ativas pode contribuir para o aprimoramento da compreensão leitora de alunos do 5º e do 8º ano. Os referenciais teóricos foram a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, a pedagogia para a autonomia de Paulo Freire e a aprendizagem por experiência de John Dewey. Participaram da pesquisa duas professoras, uma do 5º ano e uma do 8º. A coleta de dados foi realizada por meio de uma entrevista semiestruturada, diário de campo das professoras e da pesquisadora, além de pré e pós-teste cloze. O estudo desenvolvido apontou que o acervo possibilitou uma melhora na prática leitora para 23,4% dos alunos no 5º ano e 12,05% no 8º ano, assim como mostrou que essas atividades representam um recurso para desenvolver o raciocínio, o pensamento crítico, a autonomia e habilidades argumentativas.</p>
D6	<p>O objetivo do trabalho foi identificar a concepção da sala de aula invertida e apresentar possíveis contribuições para os docentes do Ensino Superior. Para tanto, foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica em trabalhos de teóricos estadunidenses e estudos publicados no Brasil de 2010 até 2015. Como resultados, o estudo demonstrou que a concepção de sala de aula invertida no Brasil tem uma forte tendência para o uso de tecnologias digitais. Além disso, o estudo constatou que a sala de aula invertida pode ter uma contribuição relevante para a docência no ensino superior brasileiro e indica que pode promover mudanças profundas tanto no papel docente como discente. A autora ressalta que essa metodologia permite que os sujeitos tomem consciência do seu papel no processo de ensino-aprendizagem, o professor como orientador e mediador da aprendizagem e o estudante autônomo, ativo e responsável pelos seus processos.</p>
T7	<p>O trabalho apresentou como objetivo responder se as atividades pedagógicas com base em metodologias ativas viabilizaram uma mudança de concepção dos alunos a respeito da Física, bem como se elas se constituíram como opções metodológicas viáveis para despertar o interesse desses alunos pelos conhecimentos da disciplina. Como suporte teórico foram utilizadas as obras de Paulo Freire para discutir sobre metodologias ativas e suas potencialidades, somado a outros autores que defendem uma atividade docente dentro de uma perspectiva reflexiva. O estudo analisou o processo educativo utilizado em uma disciplina de Física vinculada a um curso de graduação em Farmácia. Nesse período o pesquisador registrou suas percepções ao usar metodologias tradicionais e posteriormente registrou sobre a inserção de uma perspectiva freireana e de metodologias ativas de ensino. Somados aos registros, utilizou questionários abertos para os graduandos através do Google Forms, além de e-mails e documentos oficiais da disciplina. Como resultado, o estudo constatou que o método tradicional não oferece espaço para atividades que permitam colocar em prática a pedagogia freireana, ao passo que teve indícios de que com as metodologias ativas os alunos encontraram significado em aprender os conteúdos da disciplina e uma oportunidade para se desenvolver.</p>
D8	<p>O estudo teve por objetivo a investigação sobre a constituição dos saberes e fazeres docentes dos professores que atuam no Ensino Profissional, para o trabalho com metodologias ativas. A fundamentação teórica esteve associada a Antônio Nóvoa, Ivor Goodson, Maurice Tardif e Selma Garrido Pimenta, bem como a Paulo Freire. A pesquisa teve como sujeitos três professores de uma escola técnica de Ensino Profissional, utilizando um questionário aberto para a coleta de dados. Como resultado foi constatado que a formação dos professores do Ensino Profissional continua vinculada a metodologias tradicionais e à crença de que compreender processos produtivos já é suficiente para a atividade docente. No entendimento da autora, de um professor do Ensino Profissional espera-se saberes que o levem a desenvolver métodos de trabalho que contribuam para o posicionamento crítico, a busca pelo conhecimento e a autonomia do estudante, essenciais para o mercado de trabalho.</p>
D9	<p>A pesquisa teve como objetivo a discussão das metodologias ativas de ensino na Educação Superior a partir da concepção dos docentes, e do levantamento dos seus perfis de ensinagem. O estudo recorre a uma perspectiva construtivista e está fundamentado na teoria da atividade desenvolvida por Engeström. A coleta de dados foi constituída por questionários aplicados aos coordenadores e professores, a primeira etapa com questões objetivas e a segunda com questões subjetivas. Como resultado o estudo apontou que os professores têm intenção de adotar metodologias ativas no Ensino Superior, pois percebem seu potencial de socialização, a importância da problematização e o equilíbrio na relação aluno-professor (dando mais autonomia aos estudantes), entretanto, encontram desafios que vão desde a estrutura física até formação insuficiente.</p>
D10	<p>O objetivo do estudo foi analisar a percepção dos alunos acerca do uso de metodologias ativas</p>

	<p>aplicadas em disciplinas de ciências exatas da Universidade Federal de Itajubá. Como aporte teórico, recorreu a Vygotsky e Paulo Freire, sob um ponto de vista construtivista e interacionista. Participaram do estudo 99 alunos da graduação, matriculados nas disciplinas “Prática de Ensino I” e “Física Geral” que utilizam metodologia ativa, mais especificamente, o Peer Instruction. Os dados foram obtidos por meio da observação assistemática e da aplicação de um questionário. Os resultados demonstraram aceitação dos estudantes em relação às metodologias ativas, principalmente por promoverem interação durante os processos de ensino-aprendizagem e a capacidade de tornar a sala de aula um ambiente de aprendizagem mais dinâmico.</p>
D11	<p>O estudo teve por objetivo investigar como o uso de metodologias ativas em sala de aula promove a aprendizagem e o desenvolvimento da autonomia de graduandos em Ciências Contábeis. No trabalho, o aporte teórico ficou por conta da concepção construtivista em Vygotsky e Paulo Freire. O estudo analisou uma turma do 6º período do curso de Ciências Contábeis com 25 alunos. Os dados foram coletados por meio da observação do pesquisador durante a inserção da metodologia ativa nas aulas - PBL e de um questionário com questões abertas e fechadas. Como resultado, o estudo constatou que a aplicação de metodologias ativas, mais especificamente a PBL, tem o potencial de promover a aprendizagem e o desenvolvimento da autonomia dos acadêmicos. A inserção desse tipo de metodologia demonstrou que ela pode propiciar maior segurança para o egresso sobre suas habilidades e competências, oportunizando não apenas a autonomia acadêmica, mas também profissional.</p>
D12	<p>O estudo teve por objetivo a identificação das etapas vivenciadas pelo professor ao implantar a sala de aula invertida na sua prática pedagógica com o uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). O estudo foi fundamentado em autores como Paulo Freire e John Dewey para a definição do conceito de autonomia; Donald Schon para compreender os processos de reflexão sobre a ação dos professores; e para referenciar as metodologias ativas, José Moran, José Valente e Maria Bianconcini. Para o desenvolvimento da pesquisa, foram realizados quatro encontros quinzenais na forma de sala de aula invertida, com cinco professores de uma escola privada. Os dados foram coletados a partir dos relatos e materiais produzidos pelos docentes sobre as práticas aplicadas e analisadas a partir de categorias: autonomia, reflexão sobre a ação e sala de aula invertida. Com a implementação de metodologias ativas, foi percebida a reflexão sobre a ação dos professores, no sentido de (re)significar a sua função no processo, agindo de forma mais assertiva e abrindo espaço para que o aluno seja o protagonista e desenvolva a sua autonomia.</p>
D13	<p>O objetivo do estudo foi investigar e avaliar a contribuição da metodologia do trabalho de campo no ensino de Geografia e sua relevância para a compreensão do conceito de cidade, com os alunos do 9º ano de uma escola pública. Os referenciais utilizados pela autora que fundamentam a aprendizagem geográfica ficaram por conta da Teoria da Aprendizagem Significativa em David Ausubel envolvendo aspectos como autonomia, capacidade de resolver problemas e habilidades de compreensão e aplicação de conhecimentos científicos. O trabalho de campo foi adotado como metodologia de ensino e investigação e foi realizado com quatro turmas de 9º ano de uma escola estadual. Os dados foram coletados a partir do material que os alunos produziram, cuja análise revelou que é possível pensar em metodologias de ensino para que seja realizado um trabalho de qualidade nas escolas públicas; a professora/pesquisadora percebeu que os alunos (re)significaram seu pensamento sobre a cidade; e essa atividade deu subsídios para discussões além do trabalho de campo. Outro ponto importante foi a reflexão dos sujeitos sobre seu próprio aprendizado oportunizada pela metodologia ativa.</p>
D14	<p>O estudo teve por objetivo analisar, a partir da percepção dos estudantes de Odontologia, as influências das práticas pedagógicas baseadas em metodologias ativas de ensino em relação à sua motivação e aprendizagem. Como referenciais teóricos, o autor destacou Zigmund Bauman, John Dewey e Anísio Teixeira. Os sujeitos da pesquisa foram 294 alunos dos períodos iniciais e finais de Instituições de Ensino Superior do Distrito Federal. Para coleta de dados, o autor utilizou estas etapas: aplicação de um questionário estruturado, grupos focais e entrevista qualitativa. Os resultados demonstraram uma percepção positiva dos estudantes em relação às metodologias ativas, destacando o aumento da motivação, maior interatividade em sala de aula e favorecimento do aprendizado. Contudo, para haver essa mudança de paradigma, o pesquisador ressalta a importância do envolvimento da gestão escolar e dos professores na compreensão da necessidade de um aprendizado significativo e autônomo.</p>
D15	<p>O objetivo do trabalho foi investigar em que medida a inserção do ensino híbrido favorece a</p>

<p>aprendizagem conceitual da língua portuguesa e seu impacto no desempenho dos estudantes. Como fundamentos teóricos, foram utilizadas as obras de Roxane Rojo para o campo da linguagem e de John Dewey, Philippe Meirieu e Paulo Freire para discutir as metodologias ativas e a autonomia dos estudantes no ensino-aprendizagem. A pesquisa contou com a participação de 80 estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública estadual e teve como instrumentos de coleta de dados dois questionários, sendo um pré e outro pós a implantação do ensino híbrido, além de uma entrevista exploratória semiestruturada subsidiando a análise da sua percepção diante desta nova abordagem de ensino. Os resultados apontaram a dificuldade da integração das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação nas escolas públicas estaduais, demonstrando a necessidade de repensar projetos político-pedagógicos. Contudo, a autora constatou que a experiência dos estudantes com o ensino híbrido foi bem-sucedida tanto do ponto de vista conceitual da aprendizagem da língua portuguesa quanto comportamental em relação à sua motivação e autonomia para aprender.</p>
---

Fonte: Os autores.

A partir desse mapeamento, identificamos que, em termos das aproximações entre as metodologias ativas e a autonomia, diferentes aspectos são ressaltados nos estudos, como destacaremos na continuidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados foram expressos a partir de três categorias, todavia, antes de discorrermos sobre elas mencionamos que, em linhas gerais, os estudos analisados revelam que: as metodologias ativas têm sido estudadas desde uma abordagem qualitativa, segundo o identificado em onze dissertações; o campo do estudo com maior número de trabalhos foi o ensino superior, presente em nove dissertações e uma tese; há o predomínio de dissertações, uma vez que elas representam quatorze dos quinze estudos analisados; Paulo Freire é o referencial de oito dissertações e uma tese, Lev Vygotsky de quatro dissertações e John Dewey de outras quatro dissertações; e, os instrumentos mais utilizados têm sido os questionários/formulários presentes em oito dissertações e uma tese, entrevistas utilizadas em sete dissertações e observações igualmente em sete delas.

A partir dessa primeira identificação, buscamos analisar, na voz das pesquisas investigadas, de que forma o uso das metodologias ativas proporciona ou favorece o desenvolvimento da autonomia. Para tanto, identificamos a possibilidade de três categorias: autonomia associada a processos autorregulatórios; autonomia profissional; e autonomia e

motivação. Algumas pesquisas selecionadas se enquadram em duas das categorias definidas, como explicitaremos a seguir.

### *Autonomia associada a processos autorregulatórios*

Por processos autorregulatórios na aprendizagem são entendidos aqueles em que os alunos estabelecem objetivos e passam a controlar e monitorar suas ações. Figueiredo (2014, p. 28) menciona que “uma aprendizagem autorregulada se concretiza na medida em que os alunos enfrentam os problemas, aplicam estratégias, monitorizam a sua realização e interpretam os resultados dos seus esforços de uma forma autônoma e centrada na tarefa”. Em outras palavras, para obter a competência de autorregulação, os alunos precisam conhecer e monitorar seus meios de aprender, caracterizando um processo metacognitivo que potencializa a autonomia. Segundo Almeida (2015, p. 104), “entendemos a autonomia do aprendiz quando o estudante passa a ser o próprio condutor da sua aprendizagem, o que exige que faça escolhas a todo momento”.

Na análise do *corpus* investigado, identificamos sete trabalhos que demonstram que as metodologias ativas favorecem a autonomia relacionada a processos autorregulatórios (ALMEIDA, 2015; GODINHO, 2015; SOUZA, 2016; DIESEL, 2016; RIOS, 2017; SANTOS, 2018; BACHELLI, 2019). Em seu trabalho, Almeida (2015) destaca que a metodologia ativa utilizada, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), desperta o estudante para uma relação mais forte com os seus próprios processos de aprendizagem, ou seja, seus processos autorregulatórios. Portanto, requer do sujeito um posicionamento de responsabilidade pessoal.

No trabalho de Diesel (2016), os processos autorregulatórios são considerados fundamentais para a progressão da leitura e, conseqüentemente, para a compreensão de textos: “visualizam-se as metodologias ativas não como técnicas e sim como uma abordagem teórica que direciona o docente a planejar estratégias pedagógicas, privilegiando a centralidade do aluno no processo de aprendizagem, de modo a exercitar a autonomia” (2016, p. 57). Essa centralidade consiste em independência e controle sobre seus próprios processos e decisões em relação à aprendizagem.



A ideia de que as tecnologias digitais estabelecem espaço para que o aluno se desenvolva de forma autônoma e consciente de seus processos de aprendizagem, colocando o professor em um papel de orientador/mediador, converge com o que é explorado nos trabalhos de Souza (2016), Rios (2017) e Santos (2018). Souza (2016, p. 53) destaca que ao relacionar a teoria e prática em uma relação dialógica entre professor e aluno, possibilita trazer “elementos fundamentais para uma proposta com práticas inovadoras que seja capaz de aumentar o nível de motivação, responsabilidade, senso crítico-reflexivo e autonomia”.

Rios (2017), por sua vez, refere que os processos autorregulatórios associados às metodologias ativas oportunizam situações em que o estudante pode compreender e refletir sobre seu desenvolvimento, além de assumir de forma consciente a responsabilidade pelo seu aprendizado. Santos chama a atenção para as possibilidades que as metodologias ativas associadas ao uso de tecnologias proporcionam no que tange à criação de situações em que os sujeitos podem “refletir e compreender o seu desenvolvimento no processo educativo. Acredita-se que essa ação poderá contribuir para o estudante assumir de forma deliberada a responsabilidade sobre o seu aprendizado” (SANTOS, 2018, p. 53).

Godinho (2015) e Bachelli (2019) apontam a importância do uso de metodologias ativas para incentivar processos autorregulatórios, tidos como a essência do desenvolvimento da autonomia que oportuniza a ação emancipada. Os autores abordam, também, que a consciência do indivíduo como protagonista do processo de aprendizagem (e do compromisso de acompanhá-lo) é fundamental para que ele se torne autônomo, capaz de reconstruir e reelaborar os próprios conceitos.

### *Autonomia profissional*

A autonomia profissional é entendida como a capacidade de reflexão e ação no mundo para transformá-lo. Segundo Freire (1982, p. 65), o ser humano é um ser da práxis e um “ser de relações, desafiado pela natureza, a transforma com seu trabalho; e que o resultado desta transformação, que se separa do homem, constitui seu mundo. O mundo da cultura que se prolonga no mundo da história”.

Essa condição requer que o sujeito seja protagonista no seu aprendizado e em suas próprias experiências, que reflita sobre suas ações, decisões e de que forma elas impactam o seu meio. Para Berbel (2011), o exercício da liberdade e a tomada de decisões na vivência dos estudantes contribuem para a preparação desse exercício profissional.

Dentre os 15 estudos, identificamos que cinco (ALMEIDA, 2015; MIGUEL, 2015; SOUZA, 2017; ANDRADE, 2018; MENEGAZZI, 2019) estabelecem uma relação direta entre o uso de metodologias ativas e a autonomia profissional. Chamam a atenção nesses estudos as situações em que as metodologias ativas foram facilitadoras do desenvolvimento da autonomia profissional. Como referencial para sua pesquisa, Andrade (2018) recorre a Ribeiro (2008), que menciona que as metodologias ativas contribuem para a autonomia por favorecerem elementos fundamentais para a vida profissional, sendo eles:

a adaptabilidade a mudanças, a habilidade de solucionar problemas em situações não rotineiras, o pensamento crítico e criativo, a adoção de uma metodologia sistêmica ou holística, o trabalho em equipe, a capacidade de identificar pontos fortes e fracos e o compromisso com o aprendizado e aperfeiçoamento contínuos (RIBEIRO, 2008, p. 26 apud ANDRADE, 2018, p. 30).

Tais aspectos vêm ao encontro do exposto nos trabalhos de Miguel (2015), Souza (2017), Andrade (2018) e Silva (2019), ao trazerem reflexões acerca dos estudos realizados por Freire, particularmente destacando a importância da práxis – a reflexão sobre a ação. Freire destaca que a práxis pedagógica envolve o mundo das relações mais amplas nas quais professor e aluno atuam e que se revelam presentes nas ações do dia a dia da sala de aula. Todavia, chama a atenção para o fato de que não basta oportunizar trocas e discussões em sala de aula; é preciso oportunizar que os sujeitos atuem de maneira crítica, criativa, independente, autônoma, mas sempre dentro de um espírito colaborativo.

Almeida (2015), por exemplo, ressalta que as metodologias ativas criam um ambiente de ensino-aprendizado onde a teoria não se dissocia da prática, levando em consideração os conhecimentos prévios, a construção de novas informações e metas para um estudo autorregulado na resolução de problemas. Miguel (2015) defende o uso de metodologias ativas nas práticas educativas da residência multiprofissional como uma forma de contribuir para o processo de interação e colaboração em sala de aula, estimulando a pesquisa e a

autonomia dos discentes, que são responsáveis pela construção do conhecimento e das competências profissionais dos sujeitos.

Souza (2017) salienta a interação entre docentes e discentes oportunizada pelas metodologias ativas, de modo a despertar o interesse, a motivação e a autonomia com responsabilidade de acordo com o trabalho que irão desempenhar. Os estudos de Andrade (2018), por sua vez, sugerem que o uso das metodologias ativas fortalece a percepção dos estudantes em relação às ações necessárias para a resolução de um problema, em termos de escolha de conteúdos, métodos para chegar à solução e criatividade na elaboração de alternativas, desenvolvendo a autonomia para além da sua formação. Na expressão do autor:

O processo de condução do PBL na sala de aula pode proporcionar uma melhora nos níveis de autonomia, visto que os desafios são veículos para aprendizagem de novos conhecimentos e para o desenvolvimento de habilidades de solução de problemas, de forma autônoma (ANDRADE, 2018, p. 31).

O apresentado corrobora a ideia de que o incentivo à participação ativa dos sujeitos tem reflexos na atuação profissional, particularmente no entendimento freireano de que a autonomia é um processo dialético de construção da subjetividade individual, que se encontra associado às relações interpessoais desenvolvidas no espaço vivencial. A sala de aula revela-se um espaço de troca e que permite experiências, no entender de Freire (1997), promotoras do desenvolvimento da subjetividade autônoma, considerada elementar para o estabelecimento das relações entre liberdade e autoridade cordial com o outro. Desenvolver metodologias que promovam a aprendizagem a partir da busca pela solução de problemas, apoiada em atividades colaborativas e que exigem a tomada de decisão em compartilhamento com o outro, pode ser uma forma de tornar as ações didáticas espaços de aprendizagem para além dos saberes específicos.

### *Autonomia e motivação*

Por fim, analisamos a categoria referente à autonomia associada à motivação, que se evidencia a partir da consciência que o sujeito tem sobre a responsabilidade nos seus

resultados conforme as estratégias adotadas. De acordo com Berbel, “o engajamento do aluno em relação a novas aprendizagens, pela compreensão, pela escolha e pelo interesse, é condição essencial para ampliar suas possibilidades de exercitar a liberdade e a autonomia na tomada de decisões” (2011, p. 29).

Os trabalhos de Almeida (2015), Godinho (2015), Urias (2017), Melo (2017), Duarte (2018), Bachelli (2019), Menegazzi (2019) e Silva (2019) podem ser enquadrados nessa categoria, uma vez que ressaltam o papel das metodologias ativas como promotoras de autonomia na aprendizagem, destacando o seu caráter motivacional. Nos trabalhos de Godinho (2015) e de Bachelli (2019), a autonomia está diretamente associada à motivação dos indivíduos. O emprego de metodologias ativas, segundo esses autores, proporciona oportunidades de problematização que permitem trocas afetivas que favorecem a emancipação e a autoconfiança sobre as decisões e capacidades, além da possibilidade de o professor considerar a perspectiva do estudante de modo a compreender seus sentimentos, meios de ler o mundo, ritmo de aprendizagem e desenvolvimento afetivo.

Na pesquisa de Almeida (2015), a motivação também assume papel relevante e é contemplada por meio do uso da ABP. A autora chama atenção para as relações e a afetividade entre os sujeitos dos grupos de estudo e observa que a aprendizagem e a autonomia partem dessa esfera da motivação. Em suas palavras, é “através desse esforço colaborativo que a aprendizagem vai acontecendo, esforço, no qual, um ajuda o outro a esclarecer questões, que é um componente central da motivação do estudante para aprender” (ALMEIDA, 2015, p. 114).

Tanto Urias (2017) como Silva (2019) abordam em suas pesquisas que as metodologias ativas são capazes de promover a motivação e, conseqüentemente, a autonomia dos estudantes, pois elas possibilitam utilizar os conhecimentos prévios, a história e o cotidiano dos sujeitos, ressignificando seu aprendizado, ao fortalecerem a ideia de que eles são responsáveis pelas suas ações. O emprego dessas metodologias proporcionou engajamento e interesse para aprender, evidenciando que “os alunos passam a ocupar o papel central da aprendizagem com maior colaboração, protagonismo e favorecendo sua autonomia intelectual” (SILVA, 2019, p. 20).

Nos trabalhos de Melo (2017), Duarte (2018) e Menegazzi (2019), destaca-se o potencial motivador da socialização através do uso de metodologias ativas, promovendo a interatividade entre os estudantes, transformando o espaço educacional em um ambiente colaborativo para uma aprendizagem mais dinâmica. Menegazzi traz como pontos positivos “o aprendizado interativo, a ‘diversão’, o estímulo ao pensamento crítico, o aprendizado autodirecionado e a instrução por pares” (2019, p. 51). Na mesma direção, Melo aborda que o desenvolvimento da cooperação facilita a aprendizagem em grupo e o trabalho com grupos numerosos de estudantes, assim como “o desenvolvimento do aprender a trabalhar colaborativamente, favorecendo a tutoria e a aprendizagem entre pares, a motivação dos alunos” (2017, p. 133). A interação entre os sujeitos proporcionada pelo uso das metodologias ativas, segundo Duarte (2018), é associada a um melhor desempenho em relação ao entendimento e à fixação dos conteúdos, além da construção do conhecimento, da capacidade de argumentação e da aproximação entre professores e alunos.

O exposto dos estudos demonstra a consonância entre os pesquisadores acerca do papel fundamental que a motivação assume nos processos de aprendizado e de autonomia dos sujeitos. É majoritária a ideia de que as metodologias ativas são um fator motivador, ressaltando o papel do professor no planejamento e na forma como conduz as atividades em prol da aprendizagem significativa dos estudantes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A autonomia pode ser entendida como uma preparação por um processo democrático, ou, como nos revela Little (1991), uma característica comum a todos os seres humanos e que nos permite, em maior ou menor grau, reger de forma independente nossos pensamentos e ações. Didaticamente, esse entendimento da autonomia como um processo democrático que nos garante a liberdade de pensar e agir por meio de nossas próprias decisões pode ser favorecido pelo uso de metodologias ativas, como identificamos nos estudos investigados. O favorecimento da autonomia frente à utilização de metodologias ativas como estratégia de ensino, no contexto do processo ensino-aprendizagem nos diferentes graus de escolarização, revelou-se uma característica fundamental.

Os estudos investigados apontaram que a autonomia consiste em elemento constituinte de uma aprendizagem autorreguladora, de uma aprendizagem atrelada à formação profissional e da motivação dos indivíduos para a aprendizagem. Tais aspectos, que apresentamos em três categorias, possibilitam pensar a autonomia como um dos objetivos do processo educativo, conforme é assinalado na **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. O documento aborda a autonomia em dois itens das Competências Gerais da Educação Básica:

6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade [...].
10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Além de ser um dos aspectos das competências gerais para a Educação Básica, a autonomia aparece como uma das finalidades do Ensino Médio na contemporaneidade, que, segundo a BNCC (BRASIL, 2017, p. 467), deve

garantir o protagonismo dos estudantes em sua aprendizagem e o desenvolvimento de suas capacidades de abstração, reflexão, interpretação, proposição e ação, essenciais à sua autonomia pessoal, profissional, intelectual e política.

Nesse sentido, as pesquisas analisadas demonstram a relevância do uso de metodologias ativas como um recurso potencializador da autonomia, pois elas oportunizam mobilizar processos metacognitivos no estudante – a identificação do que já sabem a partir da mobilização de seus conhecimentos prévios, o planejamento das ações em prol do seu objetivo de aprendizagem, a autorregulação de suas atividades e a avaliação do processo –, contribuindo para uma aprendizagem significativa.

Paralelamente, as pesquisas demonstram que esse tipo de metodologia promove o ensino colaborativo e a interação dos estudantes, além de um ensino mais motivador. Essa opção metodológica rompe com o paradigma do professor como o centro do processo de ensino-aprendizagem e passa a responsabilidade e o protagonismo para o estudante, indo ao encontro das categorias identificadas nos estudos que relacionam a autonomia com a motivação, aos processos regulatórios e ao desenvolvimento de profissionais autônomos.

Contudo, os autores apontam lacunas na formação profissional dos docentes no que se refere à utilização das metodologias ativas, bem como os desafios em relação à estrutura curricular dos cursos e à estrutura física para a sua prática. Portanto, esses aspectos podem gerar resistência, tanto do corpo docente como das instituições de ensino, na implementação dessas atividades.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Elisa C. S. **Aprendizagem na Educação Superior: a auto-trans-formação do estudante na Aprendizagem Baseada em Problemas (Problem-Based Learning – PBL)**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2015.
- ANDRADE, Adriano B. **Metodologias ativas no ensino de Ciências Contábeis: PBL – Problem Based Learning na disciplina de Arbitragem e Perícia Contábil**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Programa de Pós-Graduação em Ensino, Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2018.
- BACHELLI, Davi. **O trabalho de campo no ensino de Geografia: a cidade como experiência educativa**. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Escola de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Paulo, Guarulhos, 2019.
- BERBEL, Neusi A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, n. 1. p. 25-40, 2011.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994.

DECHARMS, Richard. Motivation enhancement in educational settings. In: AMES, Russell; AMES, Carole (Orgs.), **Research on motivation in education, student motivation**. New York: Academic Press, 1984. p. 275-310

DICKINSON, Leslie. Autonomy and motivation a literature review. **System**, v. 23, n. 2, p. 165-174, 1995.

DIESEL, Aline. **Estratégias de compreensão leitora**: uma proposta de atividades desenvolvidas sob a perspectiva das Metodologias Ativas de ensino. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Programa de Pós-Graduação em Ensino, Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2016.

DOCKTOR, Jennifer L.; MESTRE, José P. Synthesis of discipline-based education research in physics. **Physical Review Physics Education Research**, v. 10, n. 2, p. 020119-1-58, 2014.

DUARTE, Verônica G. **Metodologias ativas e ensino de Ciências na Educação Superior**: um estudo a partir da percepção do aluno. 2018. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Programa de Mestrado de Educação em Ciências, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2018.

FIGUEIREDO, Mirela de Oliveira. **Análise de um programa de autorregulação para alunos com dificuldades de aprendizagem**. 2014. Tese (Doutorado em Educação Especial) – Programa de Pós-Graduação em Educação Especial. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou Comunicação?** 6 ed Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1982.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17 ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 4.ed. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

GODINHO, Jones. **Abordagens metodológicas que favorecem a construção da autonomia intelectual do estudante**: o trabalho com simulação das Nações Unidas na escola. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2015.



- GUIMARÃES, Sueli Edi R. **Avaliação do estilo motivacional do professor: adaptação e validação de um instrumento.** 2003. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.
- LITTLE, David. **Learner Autonomy: definitions, issues and problems.** Dublin, Authentik: 1991.
- MARTINS, Alessandra dos Santos. **As metodologias ativas na prática de docentes do Ensino Profissional.** 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação: Formação de formadores) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017.
- MELO, Renata A. **A Educação Superior e as metodologias ativas de ensino-aprendizagem: uma análise a partir da Educação sociocomunitária.** 2017. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu, Centro Universitário Salesiano de São Paulo, Americana, 2017.
- MENEGAZZI, Thiago C. **Metodologias ativas de ensino e a motivação para aprender: percepções de estudantes de Odontologia.** 2019. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2019.
- MICHAELSEN, Larry K.; SWEET, Michael; PARMELEE, Dean X. **Team-Based Learning: small group learning's next big step.** New York: Wiley Periodicals, 2008.
- MIGUEL, Maria M. de Almeida Henriques A. **Utilização das metodologias ativas na residência multiprofissional do Hospital Regional Dom Moura De Garanhuns, Pernambuco.** 2015. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação para o Ensino na Área de Saúde) - Faculdade Pernambucana de Saúde, Recife, 2015.
- MOTA, Ana Rita; ROSA, Cleci T. Werner da. Ensaio sobre metodologias ativas: reflexões e propostas. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 25, n. 2, p. 1-16, 2018.
- MOTA, Ana Rita; KORHASAN, Nilüfer D.; MILLER, Kelly; MAZUR; Eric. Homework as a Metacognitive Tool in an Undergraduate Physics Course. **Physical Review Physics Education Research**, v. 15, p. 010136, 2019.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **How people learn: brain, mind, experience and school.** In: BRANSFORD, John D.; BROWN, Ann L.; COCKING, Rodney R. (Eds.). Washington: National Academy Press, 2000.
- NOVEMBER, Alan. **Who owns the learning?** Preparing students for success in the digital age. New York: Solution Tree, 2012.

REEVE, Johnmarshall. Why teachers adopt a controlling motivating style toward students and how they can become more autonomy supportive. **Educational Psychologist**, v. 44, n. 3, p. 159–175, 2009.

RIBEIRO, Luis Roberto C. **Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL):** uma experiência no ensino superior. 1. ed. São Carlos, EduUFSCar, 2008.

RIOS, Mara D. R. **Sala de aula invertida:** uma abordagem pedagógica no Ensino Superior no Brasil. 2017. Dissertação (Mestrado em Tecnologias, Comunicação e Educação) – Programa de Pós- Graduação em Tecnologias, Comunicação e Educação, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

ROSA, Cleci T. Werner da. **A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física.** 2011. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2011

ROSA, Cleci T. Werner da; MENESES V., Jesus Ángel. Questionamento metacognitivo associado à abordagem didática por indagação: análise uma atividade de ciências no ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 25, n. 1, p. 60-76, 2020.

ROMANOWSKI, Joana Paullin; ENS, Romilda Teodora. As pesquisas denominadas do tipo “Estado da Arte” em educação. **Revista Diálogo Educacional**, v. 6, n. 19, p.37-50, 2006.

SANTOS, Glauco S. **Reflexões docentes no ensino híbrido: o papel do professor no uso da tecnologia em sala de aula.** 2018. Dissertação (Mestrado em Educação: Currículo) – Programa de Pós-Graduação em Educação: Currículo, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2018.

SILVA, Maria Izabel O. S. **Modelo híbrido de aprendizagem no ensino de Língua Portuguesa:** estudo de caso no Ensino Médio. 2019. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Escola de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Paulo, Guarulhos, 2019.

SOUZA, Lidiane R. S. **Uma proposta didático-pedagógica para curso Superior de Teologia na modalidade EaD com práticas inovadoras.** 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação e Novas Tecnologias) - Centro Universitário Internacional, Curitiba, 2016.

SOUZA, Alessandra Martins. **As metodologias ativas na prática de docentes do ensino profissional.** 2017. Dissertação (Mestrado em Educação) - Programa de Pós-Graduação em

Educação: Formação de Formadores, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, SP, 2017.

URIAS, Guilherme Muniz P. C. **Das práticas tradicionais às reflexivas**: os caminhos percorridos no processo de mudança metodológica nas aulas de Física em uma Instituição de Ensino Superior. 2017. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Bauru, 2017.

WOLTERS, Chistopher A. Regulation of motivation: contextual and social aspects. **Teachers College Record**, v. 113, n. 2, p. 265-283, 2011.

## MÉTODO DE CASO: UMA PROPOSTA NO ENSINO DE FÍSICA PARA A ENGENHARIA

### **Ederson Carlos Gomes**

Doutor em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática pela Universidade Estadual de Maringá/UEM. Professor de Física no Ensino Médio e Ciências no Ensino Fundamental da SEED-PR. E-mail: edersoncgomes@gmail.com

### **Michel Corci Batista**

Doutor em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática pela Universidade Estadual de Maringá/UEM. Professor do Departamento de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTFPR.

E-mail: profcorci@gmail.com

### **Polônia Altoé Fusinato**

Doutora em Educação pela Universidade de São Paulo/USP. Professora do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e o Ensino de Matemática da Universidade Estadual de Maringá/UEM.

E-mail: altoepoly@gmail.com

**Resumo:** As metodologias ativas são vistas como estratégias de ensino que podem contribuir para uma mudança no ensino, auxiliando na superação do modelo tradicional e atendendo os anseios formativos necessários para o ensino de Física na engenharia. Nessa perspectiva este trabalho investiga a contribuição do Método de Caso para o ensino de eletrostática na disciplina de Física III do curso de engenharia eletrônica de uma universidade pública Federal do Paraná. Nossa pesquisa possui natureza qualitativa, na qual os dados foram constituídos durante a implementação da proposta por meio das ações desenvolvidas e as soluções apresentadas, como instrumentos de constituição dos dados utilizamos o diário de campo do pesquisador e todos os documentos produzidos pelos alunos durante a aula. Os dados foram analisados a luz da teoria da Análise de Conteúdo a fim de verificar os elementos teóricos da aprendizagem significativa, como os conhecimentos prévios, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Constatamos que o Método de Caso para ensino de Física III motivou os acadêmicos a buscar diferentes soluções para o caso proposto, favorecendo o aprendizado, porque os dados indicaram a ocorrência de indícios da aprendizagem significativa, bem como favoreceu o desenvolvimento das habilidades para trabalhar colaborativamente, proatividade na busca do conhecimento, capacidade de negociação e convencimento. Concluímos que o uso dessa essa estratégia pode potencializar o aprendizado por tornar a aula de Física mais atrativa e dinâmica na busca de superar o modelo tradicional, contribuindo também para a formação do engenheiro com o perfil profissional que se exige na atualidade.

**Palavras-chave:** Metodologias Ativas, Ensino de Física, Método de Caso, Pesquisa Ação.

## CASE METHOD: A PROPOSAL IN PHYSICAL EDUCATION FOR ENGINEERING

**Abstract:** Active methodologies are seen as teaching strategies that can contribute to a change in teaching, helping to overcome the traditional model and meeting the training desires necessary for teaching Physics in engineering. In this perspective, this work aims to investigate the contribution of the Case Method to the teaching of electrostatics in the discipline of Physics III of the electronic engineering course of a federal public university in Paraná. Our research has a qualitative nature, in which the data were constituted during the implementation of the proposal through the actions developed and the solutions presented, as instruments of data constitution we use the researcher's field diary and all the documents produced by the students during the class. The data were analyzed in the light of the Content Analysis theory in order to verify the theoretical elements of meaningful learning, such as previous knowledge, progressive differentiation and integrative reconciliation. We found that the Case Method for teaching Physics III motivated academics to seek different solutions for the proposed Case, favoring learning, because the data indicated the occurrence of evidence of significant learning, as well as favoring the development of skills to work collaboratively, proactivity in the search for knowledge, negotiation skills and convincing. We conclude that the use of this strategy can enhance learning by making the Physics class more attractive and dynamic in the search to overcome the traditional model, also contributing to the formation of the engineer with the professional profile that is required today.

**Keywords:** Active Methodologies, Physics Teaching, Case Method, Action Research.

## INTRODUÇÃO

As metodologias ativas estão em evidência no contexto educacional, sendo consideradas importantes aliadas para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem em qualquer nível de ensino. Elas representam alternativas pedagógicas capazes de inovar e proporcionar aos acadêmicos de engenharia um aprendizado autônomo, que saiba utilizar os recursos tecnológicos, enfrentando problemas e conflitos do campo profissional, de modo que sejam resolvidos e se projetem num futuro que atenda as diversidades e demandas contemporâneas.

Assim, tendem a aproximar o ensino com a realidade do aprendiz, e na Física em especial deve desenvolver os conteúdos ensinados aos estudantes de modo que compreendam os movimentos da natureza. Devemos ressaltar que não se trata da própria natureza, mas modelos elaborados pelo homem com o intuito de explicá-la e entendê-la, para que posteriormente, possam ser utilizados nas mais diversas áreas do conhecimento.

Nossa hipótese é que o grande elemento articulador seja uma operação de contextualização da aprendizagem, isto é, por meio do estabelecimento de

questões-problema ancorada em fenômenos reais e, por isso, efetivamente mobilizadoras do interesse e do protagonismo juvenil (ANDRADE; SARTORI, 2018, p. 181).

É importante que os acadêmicos conheçam e compreendam o avanço dos conhecimentos da Física e a enorme contribuição que esses proporcionaram e proporcionam a humanidade, bem como seus fundamentos históricos e toda sua aplicabilidade no mundo contemporâneo. Neste sentido, o ensino de Física, principalmente no ensino superior deve ocorrer com base em situações que tenham sentido para os alunos (MOREIRA, 2018).

Segundo Moreira (2018), um erro cometido no Ensino Superior na qual a Física é ensinada para os futuros engenheiros, sem utilizar situações de engenharia, o que muitas vezes levam os acadêmicos a não perceber a importância desta área do conhecimento para suas carreiras. Estes fatos, muitas vezes tornam o processo de ensino e aprendizagem menos interessante, e pouco significativo para a vida dos futuros engenheiros que deverão utilizá-los em situações reais quando forem exercer suas funções no mundo do trabalho.

Outro problema envolve o currículo e sua rigidez, em razão de estar desatualizado e descontextualizado pode representar um problema para os acadêmicos e professores, principalmente se as aulas ocorrerem por meio deduções e resoluções para comprovação de teoremas, apresentação de teorias e leis da Física. Isso leva a um ensino expositivo, maçante, monótono e desinteressante para os acadêmicos envolvidos nesse processo, limitando a aprendizagem e aprovação da maioria. Corroborando Moreira (2018, p.78), afirma que “Física é muito mais do que fórmulas e respostas corretas”.

Esse modelo de ensino, classificado como “bancário” por Paulo Freire (1992), não tem alcançado resultado satisfatório na formação dos engenheiros. Isso se confirma, porque:

O modelo tradicional nem sempre proporciona a retenção de conhecimentos necessária à prática profissional. Inúmeros são os relatos de ex-alunos, após a conclusão do curso, que nem sequer lembram daquilo que foi ensinado pelos professores, distanciando o ensino da realidade, ou seja, da prática profissional (CAMARGO, 2018, p. 16).

Esse fato ocorre principalmente devido à complexidade dos conteúdos, tipos de estratégias metodológicas desenvolvidas, que tendem a estimular a memorização de conceitos

e não apropriação dos conhecimentos de Física para que fiquem retidos na estrutura cognitiva de forma duradoura, ou seja, que a aprendizagem seja significativa aos alunos.

“Aprendizagem Significativa é aquela em que as ideias simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva não quer dizer literal, não ao pé da letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende” (MOREIRA, 2010, p. 2).

Para isso é preciso trabalhar com estratégias nas quais os acadêmicos se sintam diante de situações cotidianas e participem ativamente do processo de aprendizagem, se apoiando nos seus saberes prévios, conforme defende a perspectiva construtivista. Portanto, o ensino de engenharia deve inovar e caminhar na direção de uma formação profissional vinculada a resultados práticos.

Nesse sentido, diferentes estratégias de ensino vêm ao encontro da formação destes profissionais, pois:

[...] as metodologias ativas focam os papéis desempenhados no processo e as atividades realizadas por eles. As metodologias ágeis focam o elemento tempo, que envolve tanto a duração pontual das atividades de aprendizagem propostas quanto seu desdobramento em uma linha do tempo. As metodologias imersivas se apoiam intensamente em mídias e tecnologias. E as analíticas se ocupam mais da avaliação (FILATRO; CAVALCANTI, 2018, p. 4-5).

Segundo Filatro e Cavalcanti (2018), todas essas metodologias convergem no sentido de colocar o aluno no centro do processo educacional. As metodologias ativas buscam desenvolver competências ancoradas em uma visão mais humanista e menos tecnicista, inspiradas por teorias cujas teses foram contra os modelos tradicionais.

Essas competências, vão na direção da formação almejada para o futuro engenheiro, conforme estabelecido nas novas DCNs (Diretrizes Curriculares Nacionais) do curso de graduação em engenharia, publicado na Resolução nº 02/2019 do Conselho Nacional de

Educação e da Câmara de Educação Superior (BRASIL, 2019). Essas diretrizes devem ser observadas pelas IES na organização, no desenvolvimento e na avaliação do curso de engenharia no âmbito dos Sistemas de Educação Superior do país e enfatizam que o egresso/formado deve ter formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, estando capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problema.

Gomes (2021) realizou um ‘estado do conhecimento’ com relação as teses, dissertações e periódicos publicados nos últimos 20 anos no Brasil acerca do uso das metodologias ativas para o ensino de engenharia e constatou que poucas pesquisas foram realizadas na área, considerando o montante de pesquisas realizadas no país nesse período. Essas pesquisas foram realizadas em diversas disciplinas, indicando pontos positivos quanto à utilização dessas metodologias e limitações que precisam ser superadas.

Quanto ao ensino de Física, foram encontradas apenas duas publicações que envolveram direta ou indiretamente as metodologias ativas. Em uma tese, os conceitos de Física foram utilizados como subsunçores para ensinar luminotécnica, ou seja, não era o elemento principal da disciplina. Na outra publicação, um artigo, apontou as contribuições do uso das metodologias ativas no ensino da Física para turmas grandes com alunos ingressantes em vários cursos de engenharia, com a diminuição de reprovação e, conseqüentemente, a evasão.

Segundo Marques, Lança e Quirino (2014):

[...] deseja-se um profissional com capacidade de adaptação às demandas do mercado que tenha capacidade de liderança, espírito empreendedor, habilidade de comunicação, conhecimento de áreas correlatas à engenharia, que passa gerenciar trabalhos em equipes, ou seja, que possua experiências prévias e capacidade de criar procedimentos que satisfaçam as empresas (MARQUES, LANÇA E QUIRINO, 2014, p. 122).

Filatro e Cavalcanti (2018) afirmam que as metodologias ativas podem ser adotadas para desenvolver estas competências, que são tão relevantes para a engenharia no século XXI, desde que sejam adequadas ao contexto educacional, e por isso o profissional da educação deve analisar qual é o nível de autonomia que seus alunos possuem para aprender. Freire



(1996) diz que essa autonomia é essencial no processo de aprendizagem e deve ser centrada em experiências estimuladoras que partem da tomada de decisão, na qual o aluno assume papel ativo em sua aprendizagem.

Ao se enfatizar a aprendizagem, o professor deixa a sua função principal de ensinar e passa a ajudar o aluno a aprender. Nesta concepção, o que “mais interessa é a aquisição de uma mentalidade científica, o desenvolvimento das capacidades de análise, síntese e avaliação, bem como o aprimoramento da imaginação criadora” (GIL, 2017, p.8).

Nesse sentido, as metodologias ativas se apresentam como conjunto de estratégias de ensino que pode promover compreensão real dos conhecimentos da Física e melhorar o seu aprendizado se faz necessário para a formação do futuro egresso de engenharia, para que possa atender as possíveis atribuições que lhes são destinadas.

Assim sendo, partimos da seguinte problemática: Ao propor e desenvolver a metodologia ativa do Método de Caso na disciplina de Física III, este proporcionará um aprendizado mais significativo que assegure o desenvolvimento das competências estabelecidas nas DCNs?

Diante dessas considerações, a presente pesquisa teve como objetivo analisar as contribuições da estratégia ativa Método de Caso para a introdução do ensino de eletrostática na disciplina de Física III em um curso de Engenharia Eletrônica de uma instituição pública Federal do interior do Estado do Paraná.

A temática da pesquisa versou sobre a questão da formação de um profissional autônomo, preparado para lidar com todas as dimensões que se exige na atualidade.

## REVISÃO DA LITERATURA E FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Método de Caso (*case method*) foi desenvolvido a partir de 1870, na Escola de Direito da Universidade de Harvard por Christopher Columbus Langdell, sendo um método socrático e empírico/indutivo de pensar, influenciado pelo construtivismo. Alguns autores relatam (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018) que esse método já era utilizado pela Medicina uma década antes, e que foi transposto ao curso de Direito e, posteriormente, para a escola de Administração (MATTAR, 2017), embora haja algumas contestações sobre a data de criação dessa estratégia, bem como suas adaptações pelas áreas do conhecimento.

De acordo com Leal, Medeiros e Ferreira (2018), Langdell inovou por priorizar os estudos de casos oriundos de histórias reais, e que levava o estudante a analisar o contexto da situação, criar um plano de ação e tomar decisões. Isso fazia com que os alunos utilizassem uma metodologia adequada que partia de realidades vivenciadas, podendo confrontar teoria e prática.

Essas mesmas autoras evidenciam que o Método de Caso como estratégia de ensino é uma forma de dar mais dinamismo a aula, o que não necessariamente implica em abandonar outros métodos de ensino. Na verdade, ele pode ser um aliado no processo de ensino e aprendizagem, complementando métodos convencionais ou ativos. Esse recurso nem sempre é aplicável para as diversas situações de ensino, sendo o professor responsável por avaliar sua viabilidade.

Assim, “O Método de Caso é considerado uma ferramenta pedagógica que se desenvolve por meio do envolvimento e da participação dos estudantes como indivíduos atuantes no processo de aprendizagem” (MENEZES, 2009, p. 131). Ele também permite a flexibilidade em relação ao tempo, estrutura Física e ao tipo de conteúdo, onde tudo depende da forma que o professor desenvolverá seu trabalho (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018).

Segundo Mattar (2017), é importante diferenciar o Método de Caso, metodologia de ensino, do estudo de caso, metodologia de pesquisa muito utilizada em dissertações e teses.

O Método de Caso é uma metodologia de ensino em que os alunos discutem e apresentam soluções para casos propostos pelos professores. Apesar de poder parecer aparentemente simples ou trivial, é um exemplo bastante poderoso de metodologia ativa, pois os alunos são transportados e imersos na função de gestores e decisores e precisam se posicionar em relação a uma situação muito próxima do real, utilizando fundamentação teórica, debatendo com colegas e construindo colaborativamente uma solução para o caso apresentado (MATTAR, 2017, p. 49).

Esse caso apresentado em geral está relacionado à um problema mal estruturado e que não possui solução predefinida e que exigirá do aluno identificá-lo, que analise evidências, desenvolva argumentos lógicos, avalie e proponha soluções (LEAL; MEDEIROS;

FERREIRA, 2018). O Método de Caso permite que o estudante tenha uma maior aproximação com a situação profissional real ou simulada, de modo que seja possibilitado a aprendizagem de conceitos, teorias, habilidades e valores.

Como parte da perspectiva que alunos e professores são figuras atuantes no processo de aprendizagem, o conhecimento pode ser enriquecido quando os estudantes apresentam ideias novas sobre a situação apresentada, mesmo que o caso seja familiar ao docente. Essa mudança de postura ocorre porque o estudante passa a atuar como agente ativo de aprendizagem, seja ela individual ou em equipe. Então, o uso do Método de Caso, pode ser dividido em três etapas de acordo com Leal, Medeiros e Ferreira (2018).

A primeira consiste no estudo individual, no qual o estudante fará uma primeira leitura exploratória e de familiarização com os conteúdos que podem fazer parte do caso apresentado. Em um segundo momento de leitura dará ênfase aos detalhes e aspectos importantes para identificação do problema e formulação de possíveis soluções. É o momento de consultar a bibliografia sugerida pelo professor e trocar ideias com profissionais que tenham vivenciado situações semelhantes e que poderão auxiliar o estudante em sua tomada de decisão.

A segunda etapa consiste na discussão em pequenos grupos, preparando para o debate com o grupo maior. É nesse momento que o aluno apresenta para os demais participantes do grupo a solução para o caso, por isso é importante que ele tenha fundamentação teórica, para sustentar suas opiniões acerca da resolução do caso, bem como ter argumentos para convencer os outros sobre seu ponto de vista.

O terceiro e último estágio acontece com a discussão no grande grupo, na qual os estudantes participam e o professor atua como mediador do debate. Devemos considerar alguns aspectos importantes que são característicos dessa etapa, tais como a participação individual, mesmo que tenha ocorrido anteriormente nos pequenos grupos, participação quando solicitada ou quando o aluno achar conveniente, aguardar momento de fala e dispor-se a ouvir as considerações dos demais colegas.

Mattar (2017) afirma que os professores não ensinam, mas orientam a aprendizagem desenvolvendo um estilo para utilizar o Método de Caso, deixando claro as normas e diretrizes da atividade. Deve desenvolver um planejamento minucioso do conteúdo e do processo, propiciando um ambiente adequado para o ensino, de modo que os alunos se sintam confortáveis para colaborar com o grupo e toda a classe.

Uma das responsabilidades do professor é despertar nos estudantes o interesse pelo caso, de modo que os mesmos se sintam motivados a participar ativamente da situação proposta, contribuindo com suas análises e sugestões. Ao estudante cabe aceitar a tarefa em benefício da sua própria aprendizagem, contribuindo com ideias, observações, expressando suas impressões (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018, p. 96).

Menezes (2009) afirma que essa metodologia possibilita aos estudantes um conhecimento construtivo, levando-os a estabelecerem conclusões sozinhos ao analisar casos reais fundamentados teoricamente.

Para que os alunos atuem como tomadores de decisões, é essencial o professor conhecê-los com o intuito de saber os momentos em que poderá contribuir mais com as discussões. Essa condução deve partir da abertura, passar pelos questionamentos, comentários, feedbacks, gerenciamento do tempo e envolvimento de todos os alunos. Neste sentido “o método de caso se propõe a fazer com que os estudantes reflitam sobre situações abordadas, o que envolve a tomada de decisões sobre os fatos relatados” (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018, p. 95).

Por se tratar de um método dinâmico, a participação efetiva dos alunos é essencial, reduzindo assim o desinteresse pelas aulas tradicionalmente expositivas (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018). As autoras afirmam que a solução final apresentada para o caso é irrelevante, pois o mais importante é a discussão ocorrida entre os participantes, a defesa de seus pontos de vista, de forma a colaborar e refletir sobre o problema contido no caso.

Essas ideias se apoiam no construtivismo, pois, de acordo com Gil (2017, p. 63), “privilegia os processos mentais e as habilidades cognitivas”. Tendo o aprender como foco, o processo de aquisição torna-se mais importante do que o conteúdo, devendo ser estabelecido a partir das experiências vividas pelo próprio estudante.

Grahan (2010) enfatiza que o Método de Caso pode desenvolver habilidades de trabalho em grupo, habilidades individuais de estudo, coleta e análise de informações, gestão de tempo, habilidades de apresentação e habilidades práticas. Notamos, portanto, que os métodos devem ser selecionados preferencialmente dentre aqueles que possibilitem o aprender fazendo (GIL, 2017).

Como o foco dessa estratégia é a discussão, ela deve envolver a necessidade de desenvolver no aluno argumentação crítica para a defesa de pontos de vista, descobrir e respeitar diferentes visões sobre a situação analisada, aprender a negociar, convencer, fazer alianças e até mesmo ceder (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018). Logo, pode ser desenvolvido antes como motivador para a busca de conhecimentos, ou depois como prática do que foi estudado do conteúdo de uma disciplina. Porém, Mattar (2017) afirma que a combinação dessas duas estratégias pode ser muito rica, principalmente a longo prazo.

O Método de Caso pode ser aplicado em qualquer disciplina, mas depende do modelo da grade curricular da instituição, podendo ser usado em diferentes níveis acadêmicos. Uma das vantagens, é a oportunidade de se experimentar a sensação de multidisciplinaridade com várias áreas do conhecimento, ou mesmo a interdisciplinaridade quando se constata elementos característicos de outras ciências que não necessariamente são saberes do assunto em questão (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018).

O sucesso do Método de Caso pode ser mensurado pelos alunos ao final da aula ou na aula seguinte de modo que se analise a solução do caso apresentada após as discussões. Para isso, o aluno pode ser avaliado por uma série de dimensões, como a participação na aula, trabalhos escritos individuais, atividades em grupo (projetos e apresentações) e provas (MATTAR, 2017).

Conforme Leal, Medeiros e Ferreira (2018) alguns fatores podem interferir nas discussões, que são os momentos mais importantes do Método de Caso, tais como salas de aulas grandes, lotadas, idade dos alunos e casos descontextualizados de suas localidades ou regiões. Em relação aos últimos cabe ao professor selecionar o caso e o material que será utilizado, podendo ser elaborado por ele próprio ou conseguido a partir de publicações em nível nacional ou internacional.

Quanto à infraestrutura, recomenda-se (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018) que os participantes estejam distribuídos semelhantemente a um anfiteatro, em curvas de nível, para que todos os estudantes possam enxergar-se mutuamente, e o professor tenha a visão total da classe. Quando for desenvolvido número reduzido de participantes, aconselha-se salas fechadas, que contenham cadeiras, mesas, quadro e internet (se necessário) para que possam ilustrar suas ideias e debater.

Ainda conforme Leal, Medeiros e Ferreira (2018), por se tratar de um método versátil, ele pode ser aplicado ao ensino presencial e a distância, pois pode haver debates sem que haja

a presença Física, ficando a cargo dos alunos e do professor conduzir as discussões. Para isso “o caso desenvolvido para o uso didático deve envolver situações de realidade, junto com fatos, opiniões e preconceitos existentes sobre o caso que estejam sendo veiculados por diferentes fontes ou publicados na mídia” (MENEZES, 2009, p. 141).

Com isso acreditamos que essa estratégia ativa de ensino, possa contribuir para o processo de ensino e aprendizagem, aproximando o conhecimento teórico da realidade profissional, promovendo estímulo do pensamento crítico do estudante para que possa refletir sobre os problemas enfrentados a nível organizacional.

Segundo Menezes (2009), no Brasil de modo geral há uma tradição dedutiva no modo de pensar e ensinar, porém o uso do Método de Caso poderá se configurar como uma nova mentalidade no processo pedagógico dentro das escolas e universidades, que contribuirá substancialmente para a formação dos futuros profissionais.

## PERCURSO METODOLÓGICO

Para a realização desta pesquisa seguimos os pressupostos da abordagem qualitativa que segundo Minayo (2002), responde a questões muito particulares nas Ciências Sociais, preocupando-se com o nível de realidade que não pode ser quantificado. Desta forma:

[...] trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis (MINAYO, 2002, p. 21-22).

Essa abordagem emerge no mundo dos significados das relações humanas, o que requer do pesquisador uma atenção muito maior para com as pessoas e suas ideias, pois se analisa as percepções de poucos sujeitos envolvidos no processo do âmbito da realidade pesquisada.

Então, dentro dessa abordagem seguimos o preceito metodológico da pesquisa-ação, voltada para a descrição de situações concretas e para intervenção ou ação orientada em função da resolução de problemas efetivamente detectados nas coletividades consideradas

(THIOLLENT, 2005). Nela o pesquisador deve estar inserido no meio, buscando estratégias para que ocorra uma mudança em relação ao problema por ele levantado.

Para isso, é necessário que a metodologia utilizada pelo pesquisador o direcione a aquisição do conhecimento e habilidade para orientar os processos de investigação, tomar decisões oportunas, selecionar conceitos, hipóteses, técnicas e dados adequados (THOLLENT, 2005).

De acordo com Thiollent (2005, p. 17), na pesquisa-ação “os pesquisadores desempenham um papel ativo no equacionamento dos problemas encontrados, no acompanhamento e na avaliação das ações desencadeadas em função dos problemas”. Porém, ressalta que a participação dos pesquisadores não deve ser ao nível da substituição das atividades dos grupos e de suas iniciativas. Ainda segundo esse autor, do ponto de vista científico, a pesquisa-ação é uma proposta metodológica oferece mecanismos para organizar a pesquisa social com uma maior flexibilidade na concepção e na aplicação dos meios de investigação, orientando as atividades dos pesquisadores e esclarecendo suas decisões por meio dos princípios de cientificidade.

Neste sentido, logo após a aplicação de uma avaliação diagnóstica início do semestre letivos, constatamos que a grande maioria dos acadêmicos se encontravam em um nível de conhecimento de Física abaixo do esperado, para o nível em que estavam matriculados. Então optamos por buscar uma estratégia diferenciada de ensino que pudesse resgatar os seus conhecimentos prévios, e também estimulá-los a buscar saberes que não possuíam e seriam necessários para o desenvolvimento da proposta de ensino.

Também buscando atender as DCNs para a engenharia (BRASIL 2019), propusemos uma aula pautada na estratégia ativa Método de Caso para desenvolver os conteúdos introdutórios eletrostática (condutores, isolantes, processos de eletrização e descargas elétricas) na disciplina de Física III, utilizando caso originado de uma situação real. Assim buscávamos uma aprendizagem mais duradoura e significativa, tendo também o objetivo de gerar e analisar os dados fornecidos pelos acadêmicos de maneira sistemática seguindo critérios aceitos pela comunidade científica, a fim de inferir sobre a viabilidade do Método de Caso em um contexto de ensino de Física para 28 acadêmicos (que foram identificados como A1, A2, A3, ..., A28) do 2º semestre do curso de Engenharia Eletrônica em uma universidade federal no interior do Estado do Paraná.

Utilizamos também a técnica de diário de campo como instrumento de constituição de dados, porque permitiu descrever os sujeitos, objetos, lugares, acontecimentos, atividades e debates. Nessas descrições foram registradas as ideias do pesquisador, suas reflexões e estratégias sobre os dados de seu estudo qualitativo (BATISTA, 2016). Portanto, esse instrumento nos permitiu constituir dados por meio do desenvolvimento da pesquisa na sala de aula a partir de vivências por nós experienciadas e que poderiam mostrar-nos caminhos com relação ao desenvolvimento das metodologias ativas, quando foram desenvolvidas para ensinar parte dos conteúdos de Física 3.

Para análise dos dados, utilizamos os pressupostos teóricos e metodológicos de Bardin (1977), que estabelece categorias para a análise de conteúdo, consistindo em os pesquisadores delimitar alguns parâmetros que possa inferir a aquisição de conhecimento por parte do aprendiz.

Resumidamente, essa metodologia de análise consiste em:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 1977, p. 42).

Nesse sentido, estabelecemos a priori duas categorias que poderiam inferir a possibilidade de uma efetividade do uso da metodologia ativa na busca de uma aprendizagem mais duradoura na estrutura cognitiva dos alunos, ou seja, indícios de uma Aprendizagem Significativa. Portanto as categorias são:

- a- Saberes Curriculares relativos a Eletricidade Básica: os alunos compreenderam a natureza e os conceitos de Física desenvolvidos por meio da metodologia ativa, bem como os relacionaram com outras áreas do conhecimento;
- b- Ações no processo avaliativo: os alunos se motivaram, desenvolveram habilidades de comunicação e foram proativos no processo de aprendizagem.

Definidas as categorias, procuramos estabelecer relações com os elementos essenciais da Aprendizagem Significativa, isto é, a presença dos conhecimentos prévios (subsunçores), a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.



## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a aplicação de uma avaliação diagnóstica, como ponto de partida para implementação da estratégia ativa, aproveitamos uma discussão trazida pelos alunos no momento inicial da aula sobre uma explosão de um veículo que aconteceu em um posto de combustível, na região metropolitana do Rio de Janeiro, noticiada por um jornal de circulação nacional, e levamos para a sala na aula seguinte, uma reportagem de um caso real e que serviria de base para a introdução dos estudos a respeito dos processos de eletrização. Assim, poderia nos fornecer indícios dos conhecimentos prévios dos alunos a respeito do conteúdo de eletrostática e para isso propusemos o Método de Caso como uma prática motivadora, integradora e de aprendizado.

Segundo Mattar (2017) o Método de Caso é uma metodologia ativa de ensino que consiste nos alunos apresentar soluções para casos propostos pelos professores. Logo, os alunos são levados a imergir em situações de gestores e decisores, precisando posicionar-se em uma situação próxima do real, desenvolvendo fundamentação teórica para debater com os colegas e construir colaborativamente uma solução para o caso apresentado.

Assim, os 28 alunos participantes ficaram livres para escolher a forma de trabalho, que poderia ser em equipes ou individualmente, desde que ao final da atividade nos fosse apresentada uma explicação para o caso proposto. Nosso principal objetivo neste momento foi o de instigar os alunos para que identificassem corretamente por meio da leitura de um caso real os conceitos físicos presentes no evento, e que participassem efetivamente do seu processo de aprendizagem, tomando consciência disso ao confrontar a teoria com a prática.

Para isso realizamos os três passos do desenvolvimento do Método de Caso, conforme Leal, Medeiros e Ferreira (2018), realizando inicialmente a leitura exploratória do caso por nós selecionado (**Quadro 1**) ainda em sala com todos os presentes. Em seguida, propomos que as equipes estudassem a situação real como atividade assíncrona, e na aula seguinte retomáramos as discussões, sendo ela o ponto de partida para o desenvolvimento dos conteúdos da aula (processos de eletrização).

**Quadro 01** - Caso real utilizado em sala**CASO**

**No Paraná, uma explosão seguida de incêndio ocorreu no pátio de tanques de uma indústria de álcool etílico. O acidente vitimou fatalmente 4 trabalhadores e feriu 6.**

Publicado por ESD Antiestáticos Em Notícias

**LOCAL**

Obras ocorriam dentro e nas proximidades do dique de contenção dos tanques que armazenavam álcool etílico originado da soja. Os tanques eram de aço carbono revestido internamente com resina acrílica. A entrada do produto era feita pelo costado próximo ao teto e a saída pela parte inferior. O primeiro tanque (início do acidente) será denominado aqui de TQ1 e o segundo de TQ2.

**OCORRÊNCIA**

Com a explosão do TQ1 que continha 10% do produto (capacidade total 311.000 litros), ocorre subitamente a ruptura do fundo (espalhamento do produto inflamável) deslocando o tanque a 20 metros de sua posição original, parando no talude do dique de contenção. Posteriormente, com a explosão do segundo tanque (TQ2) o teto é arremessado para alto e cai dentro do próprio tanque. Assim o primeiro tanque rompeu-se na base do costado. O segundo tanque (TQ2) explodiu devido ao aquecimento causado pelo primeiro incêndio, superaquecendo-o pelo produto derramado do TQ1. O TQ2, desejavelmente, arremessou o seu teto no momento da explosão.

**OBS:** Ao que tudo indica, no segundo tanque (TQ2), a “solda fraca” do teto atuou (condição desejável).

“**Solda Fraca**” – termo utilizado para indicar que a solda de fixação do teto sobre costado se romperá primeiro em caso de explosão, projetando o teto, mas garantindo a integridade Física do costado, contendo o produto no interior do tanque, impedindo o alastramento do incêndio. Ver NBR-7821 – Tanques soldados para armazenamento de petróleo e derivados. Muito provável que se o TQ1 rompesse pela “solda fraca”, o incêndio não teria envolvido o TQ2.

Em relação às graves consequências do acidente, ou seja, as mortes e ferimentos causados aos trabalhadores, as mesmas poderiam ter sido evitadas caso o TQ1 permanecesse com seu costado intacto e contendo o álcool em chamas no seu interior.

**DISCUTA COM SEU GRUPO SOBRE A MATÉRIA E ELABORE UMA EXPLICAÇÃO FÍSICA PARA O ACIDENTE.**

Fonte: Os autores.

Realizados os procedimentos iniciais, as equipes foram orientadas a buscar uma explicação coerente para o acidente descrito no caso (**Quadro 1**), podendo consultar diversas fontes - sendo algumas sugeridas por nós -, bem como buscar maiores informações com profissionais da área que vivenciaram situações semelhantes e pudessem auxiliar os acadêmicos a tomar suas decisões. Durante uma semana os alunos também puderam nos procurar para sanar dúvidas e obter orientações a respeito da fundamentação teórica adequada ao caso. Essas ações foram sendo anotadas em nosso diário de campo, como uma forma de acompanhamento e avaliação permanente dos acadêmicos.

A busca de respostas gerou nas equipes um engajamento, favorecendo o desenvolvimento da capacidade de argumentar, negociar e propor soluções a partir da defesa de seus pontos de vista, gerando um ambiente de aprendizagem construtivo (MENEZES, 2009; GIL, 2017). Esse fator é de suma importância para o Método de Caso, sendo em algumas circunstâncias até mais valorizado que o próprio conteúdo estudado ou a solução final apresentada pelos participantes (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018; GIL, 2017).

Com essas atitudes, verificamos uma positividade das ações no processo em relação ao uso dessa estratégia ativa, estando de acordo com a categoria b (Ações no processo avaliativo: os alunos se motivaram, desenvolveram habilidades de comunicação e foram proativos no processo de aprendizagem), ou seja, os alunos apresentaram-se mais motivados para o estudo da Física, visto o número de alunos que procurou o professor essa semana para fazer questionamentos, isso pode ser constatado por meio das informações registradas no diário de campo.

Transcorridos sete dias, no retorno para a sala de aula os alunos tiveram que apresentar as explicações do fenômeno abordado no caso proposto, e cada equipe escolheu um membro para expor oralmente as respostas construídas, justificando suas escolhas baseadas em fundamentos científicos. Reconhecemos esse momento como importante pois um aluno começa a desenvolver a competência de liderança e essa será fundamental para a vida profissional. Como se tratava de apenas 28 alunos, um grupo relativamente pequeno, a terceira etapa do Método de Caso foi realizada em sala de aula, mas que poderia ter sido em ambiente maior se houvesse necessidade de ampliação de espaço (MATTAR, 2017), para que todos se enxergassem e pudessem participar das discussões.

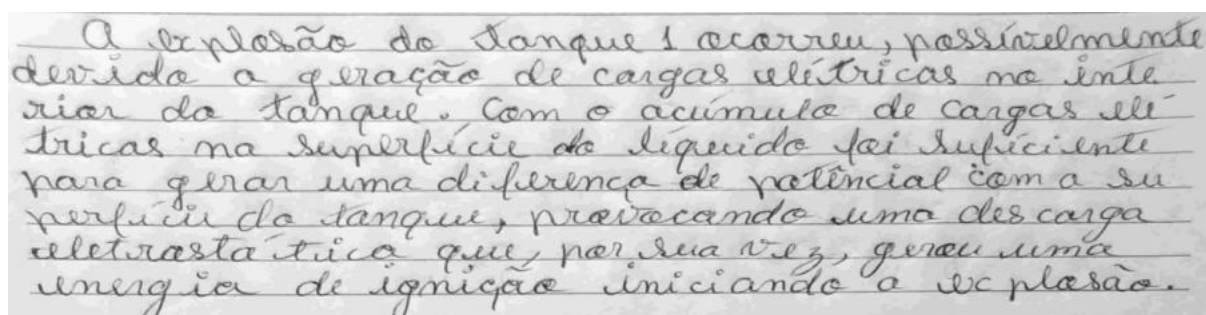
Dentre os 28 alunos participantes da primeira etapa, 25 apresentaram respostas em equipes conforme orientações para implementação dessa estratégia de ensino, porém, 01 aluno optou por trabalhar individualmente e 02 não apresentaram e nem entregaram as solicitações da atividade. Dessa forma, estes últimos não contabilizaram pontos para a avaliação formativa que estávamos desenvolvendo com esta metodologia ativa. Entendemos ainda que esse é um resultado que evidencia uma dificuldade encontrada por nós pesquisadores durante a implementação da proposta, visto que não exigimos formação de grupos, isso deveria partir dos alunos, porém, a atividade para ter êxito de acordo com os referências teóricos adotados deveria ter ocorrido em equipes.

Esse fato pode ter ocorrido porque atribuímos uma maior liberdade para os participantes escolherem seu modo de trabalho, sendo essa uma maneira também de desenvolver o protagonismo dos aprendizes e sua proatividade em trabalhar de maneira mais autônoma. Neste sentido, há a necessidade, também, de o acadêmico se comprometer mais com sua aprendizagem, sendo-lhe atribuído um maior grau de responsabilidade com seus estudos, e isso foi evidenciado com 25 dos 28 alunos participantes da proposta, ou seja, 89% dos sujeitos participantes.

Logo após as apresentações e discussões dos fenômenos envolvidos no caso, cada equipe apresentou um texto escrito para a explicação do caso. Dessa forma, foram obtidas nove respostas escritas, nas quais oito delas, que totaliza aproximadamente 90% das respostas, de uma maneira geral, utilizaram argumentos físicos que envolveram os conteúdos de eletrostática, principalmente os conceitos dos processos de eletrização, eletrização por atrito e diferença de potencial. Também consideramos válida a resposta da equipe que não apresentou os argumentos físicos esperados, mas valorizamos as suas ações durante o processo de aprendizado, visto que, este processo deve ser tão valorizado quanto a solução final apresentada pelos grupos (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018; GIL, 2017), não é sobre apresentar a resposta certa, mas sobre uma mudança de postura para o estudo da Física, a teoria da Aprendizagem Significativa diz que um aluno só aprende a partir do momento em que ele decide aprender.

Essa afirmação é constatada pela resposta dos alunos A9 e A24 na **Imagem 1**, porque utilizam toda a conceituação que mencionamos anteriormente, indo ao encontro da categoria a, ou seja, nessas respostas foram constatados os saberes curriculares relativos aos processos de eletrização:

**Imagem 1** - Resposta dada ao caso pelos alunos A9 e A24



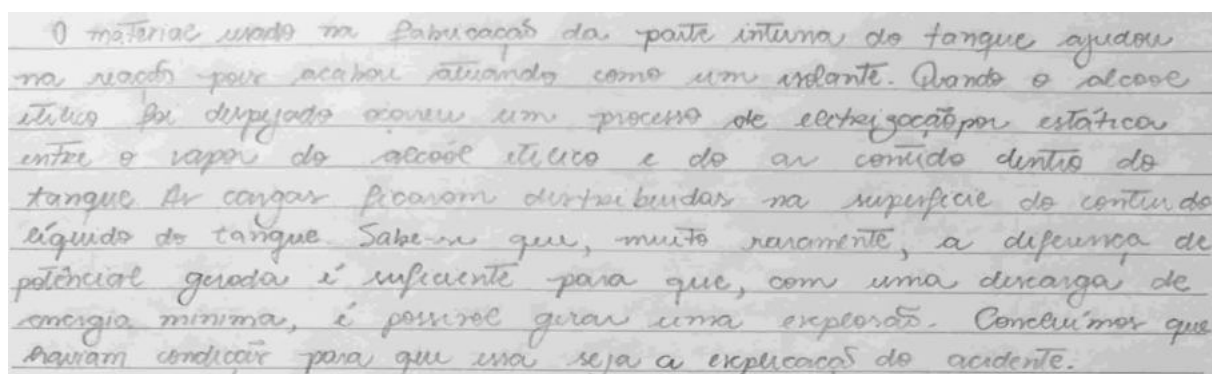
A explosão do tanque ocorreu, possivelmente, devido a geração de cargas elétricas no interior do tanque. Com o acúmulo de cargas elétricas na superfície do líquido foi suficiente para gerar uma diferença de potencial com a superfície do tanque, provocando uma descarga eletrostática que, por sua vez, gerou uma energia de ignição iniciando a explosão.

Fonte: Arquivo dos autores.

Essa resposta apresentou diversos conhecimentos físicos que justificaram a ocorrência da explosão no tanque, demonstrando que estes alunos utilizaram conceitos corretos para o caso apresentado. No entanto, ainda é possível notar incoerências na resposta, a exemplo, podemos mencionar o termo “geração de cargas”, que puderam ser minimizadas por meio das ações do docente. Este, deve estar pronto para agir nas situações em observância da necessidade, não deixando os acadêmicos construírem conclusões errôneas.

Da mesma maneira, a equipe composta pelos alunos A14, A22, A25 e A28 chegaram em uma explicação convincente, conforme apresentamos na **Imagem 2**, entretanto, esse grupo utilizou uma maior quantidade de argumentos físicos, que foram além dos conceitos de eletrostática, isso foi comprovado quando citaram o processo de combustão. Essa é uma das premissas do Método de Caso, que vem a ser a possibilidade de surgirem soluções interdisciplinares para o caso analisado (LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018), isto é, podem surgir respostas que, de antemão, não estejam diretamente ligadas ao contexto da disciplina ou conteúdo, mas que contribuem significativamente para o enriquecimento desta estratégia ativa:

**Imagem 2** - Resposta dada ao caso pela equipe dos alunos A14, A22, A25 e A28



O material usado na fabricação da parte interna do tanque ajudou na reação pois acabou atuando como um isolante. Quando o álcool etílico foi despejado ocorreu um processo de eletrização por estática entre o vapor do álcool etílico e do ar contido dentro do tanque. As cargas ficaram distribuídas na superfície do conteúdo líquido do tanque. Sabe-se que, muito raramente, a diferença de potencial gerada é suficiente para que, com uma descarga de energia mínima, é possível gerar uma explosão. Concluímos que haviam condições para que uma seja a explicação do acidente.

Fonte: Arquivo dos autores.

Estas respostas corroboram com Mattar (2017), porque o sucesso da utilização do Método de Caso pode ser mensurado de várias maneiras, sendo uma delas a averiguação da discussão para a solução do problema e a defesa do ponto de vista encontrado pela equipe. Observamos que a maioria dos alunos participantes convergiram para respostas similares, apesar de não ter sido identificada nenhuma idêntica.

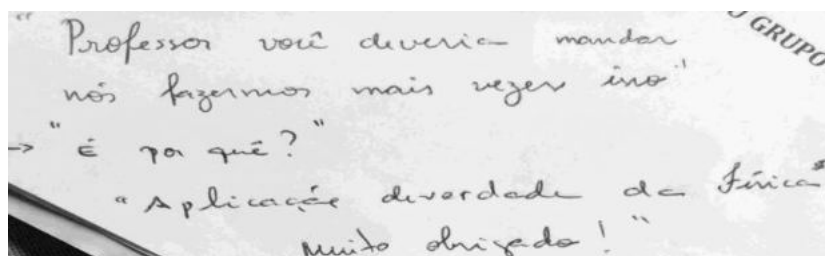
Dessa forma, é possível inferir que os acadêmicos ao apresentarem respostas com conceitos físicos ordenados estavam diferenciando progressivamente os conceitos, isto é, reorganizando seus conhecimentos para que posteriormente pudessem aplicá-los em novas situações que necessite destes saberes, indicando então, a ocorrência também da reconciliação integradora. Essa reestruturação cognitiva são elementos essenciais da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2012).

Logo após as discussões, realizamos um feedback com relação à implementação do Método de Caso, principalmente sobre a viabilidade dessa estratégia de ensino para aproximar a Física das situações cotidianas. Muitos dos participantes verbalizaram positivamente o desenvolvimento desta estratégia, e alguns escreveram sobre o assunto no próprio corpo do trabalho entregue no dia.

*“Gostei muito professor, nos encontramos duas vezes para fazer a atividade” (A3).*

Essa avaliação positiva é comprovada no depoimento da aluna A5 na **Imagem 3**, quando destacou que gostaria que essa estratégia fosse utilizada mais vezes pois, segundo ela, foi possível ver aplicações “de verdade” da Física:

**Imagem 3** - Avaliação positiva do modelo de aula



Fonte: Arquivo dos autores.

Essa afirmação também nos forneceu indícios de que o Método de Caso pode ser um poderoso motivador para o aprendizado, porque leva os participantes a interagir e defender seus pontos de vista, refletir sobre o problema e apresentar soluções pautadas nos fundamentos da Física em uma aplicação cotidiana. Neste sentido, caminha na direção da categoria b, valorizando as ações desenvolvidas no processo, também defendidas por diversos

autores na perspectiva construtivista (MATTAR, 2017; GIL, 2017; LEAL; MEDEIROS; FERREIRA, 2018; MOREIRA, 2006, 2010).

Na medida em que foram sendo apresentadas as soluções para o caso em questão, fomos anotando no quadro algumas palavras-chave fornecidas pelos alunos com relação aos conceitos de eletrização. Estes, então, juntamente com as soluções apresentadas, serviram de base para a discussão e construção coletiva de um Mapa Conceitual, que foi utilizado para o prosseguimento da aula sobre os processos de eletrização, servindo de novos organizadores prévios ou subsunçores, que são necessários para que a aprendizagem significativa ocorra.

Segundo Mattar (2017), quando se alia o Método de Caso com outras estratégias didáticas, ele contribui significativamente para o aprendizado porque favorece o entendimento dos conteúdos, e isso foi verificado quando as utilizamos para a introdução dos conceitos de eletrostática. Nesse sentido, quando combinado com outras ferramentas, pode levar o aluno a sair de sua passividade, mobilizando-o a se tornar agente corresponsável pela construção de seus conhecimentos e formação profissional qualificada.

Com uso do Método de Caso, percebemos que os alunos se envolveram substancialmente na busca de respostas para o problema, e apresentaram resultados satisfatórios com o uso desta estratégia. Entretanto, Leal, Medeiros e Ferreira (2018) e Mattar (2017) chamam a atenção para seu uso em momentos pontuais da disciplina ou curso, e não como uma atividade rotineira, porque pode fazer com que os alunos se desmotivem ou se desinteressem.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso trabalho objetivou investigar a contribuição do Método de Caso para o ensino de eletrostática na disciplina de Física III do curso de Engenharia Eletrônica de uma universidade pública Federal do interior do Paraná.

Por meio da estratégia do Método de Caso notamos uma boa interação dos participantes na discussão e proposição de soluções, indicando ações positivas acerca da estratégia. Entendemos que a estratégia utilizada nesse trabalho permitiu aos alunos, atuarem de forma colaborativa.

Percebemos ainda que os alunos se envolveram substancialmente na busca de respostas para o problema e apresentaram resultados satisfatórios, ou seja, a estratégia

proporcionou aos alunos um momento de análise e compreensão dos fenômenos físicos envolvidos no caso.

Podemos ainda dizer que a utilização do Método de Caso permitiu aos alunos desenvolverem uma competência específica proposta pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Engenharia que é comunicar-se eficazmente nas formas oral e escrita.

Ressaltamos que o Método de Caso contribuiu significativamente para o processo de aprendizado dos alunos, visto que favoreceu o entendimento dos conteúdos, e isso foi verificado quando se expressaram de forma oral e escrita. Nesse sentido, podemos dizer que a atividade proposta permitiu aos alunos a saírem de sua passividade, mobilizando-os a se tornarem agentes corresponsáveis pela construção de seus conhecimentos e formação profissional qualificada.

Nesse trabalho, não podemos caracterizar o Método de Caso como um instrumento de aprendizagem, pois observamos, neste trabalho, que ele não garante a assimilação do conteúdo. No entanto, deve ser ressaltado como fator motivante no processo de ensino e aprendizagem, dado que auxilia na predisposição do aluno para os estudos e pode, assim, interferir diretamente em sua aprendizagem.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, J. P.; SARTORI, J. O Professor autor e experiências significativas na educação do século XXI: estratégias ativas baseadas na contextualização da aprendizagem. *In*: BACICH, L.; MORAN, J. (Orgs). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018, p. 175-198

BATISTA, M. C. **Um estudo sobre o ensino de astronomia na formação inicial de professores dos anos iniciais**. 2016, 183 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Rio de Janeiro: Edições 70, 1977.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Resolução nº 02, de 24 de abril de 2019**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category\\_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192) >, Acessado em 10/02/2020, as 14:00 horas.



CAMARGO, F. Porque utilizar metodologias ativas de aprendizagem. *In*: CAMARGO, F.; DAROS, T (orgs.). **A sala de aula inovadora: estratégias pedagógicas para fomentar o aprendizado ativo**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 13-17.

FILATRO, A.; CAVALCANTI, C. C. **Metodologias Inov-ativas na educação presencial, a distância e corporativa**. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

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

FREIRE. **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. 7. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992.

GIL, A. C. **Didática no ensino superior**. 1. ed. 10. imp. São Paulo: Atlas, 2017.

GOMES, E. C. **Contribuições de metodologias ativas para o ensino de física 3 em um curso de engenharia eletrônica**. 2021. 195 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência e a Matemática) Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2021.

GRAHAM, A. **Como escrever e usar estudos de caso para o ensino e aprendizagem no setor público**. Brasília: ENAP, 2010.

LEAL, E. A.; MEDEIROS, C. R. de O.; FERREIRA, L. V. O uso de Método de Caso de ensino na educação na área de negócios. *In*: LEAL, E. A.; MIRANDA, G. J.; CASA NOVA, S. P. C (orgs.). **Revolucionando a sala de aula: como envolver o estudante aplicando as técnicas de metodologias ativas de aprendizagem**. São Paulo: Atlas, 2018. p. 93-104.

MATTAR, J. **Metodologias ativas: para a educação presencial, blended e a distância**. São Paulo: Artesenato Educacional, 2017.

MENEZES, M. A. A. Do método de caso ao *case*: a trajetória de uma ferramenta pedagógica. **Educação e pesquisa**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 129-143, jan.-abr., 2009.

MINAYO, M. C. S (org.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 21<sup>a</sup> ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2002.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de Física. **Estudos avançados**, v. 32, n. 94, 2018.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Diagramas V**. Porto Alegre: Edição do autor, 2006.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 14. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

## QUATRO ELEMENTOS DE INTERAÇÃO EM QUATRO NÍVEIS DE APRENDIZAGEM: UMA NOVA PROPOSTA DIDÁTICO-METODOLÓGICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

**Fabício Antunes**

Mestre em Ensino de Física pelo Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Sociedade Brasileira de Física/MNPEF/SBF. Professor de Física da Escola Estadual Misael Pinto Netto em Aracruz-ES.  
E-mail: fabricio.asantana1@educador.edu.es.gov.br

**José Bohland Filho**

Doutor em Educação pelo Instituto Federal de Educação do Espírito Santo/IFES. Professor do Ensino Básico Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo.  
E-mail: jbohland@ifes.edu.br

**Resumo:** Este artigo apresenta uma nova proposta didático-metodológica voltada para o Ensino de Ciências. Ligada às Metodologias Ativas, o objetivo deste artigo é apresentar os Quatro Elementos de Interação em Quatro Níveis de Aprendizagem como uma didática inovadora para Pensar, Fazer e Ensinar Ciências de uma forma mais motivadora para os alunos. Os Quatro Elementos de Interação em Quatro Níveis de Aprendizagem, transforma a sala de aula em um ambiente científico e os alunos em pesquisadores, sendo protagonista da própria aprendizagem por meio da interação social em quatro habilidades e competências diferentes. Essas competências são: Experimental, Mapa Conceitual, Texto Referência e Representação Matemática. Em cada um desses quatro Elementos de Interação, os alunos passam por quatro fases de complexidades diferentes que são os Níveis de Aprendizagem, a saber: Aula Dialógica Coletiva; Organização em Elementos de Interação; Exposição dos Produtos dos Elementos de Interação e Avaliação da Aprendizagem. Essa nova proposta didático-metodológica foi aplicada numa turma de 3ª série da Escola Misael Pinto Netto, município de Aracruz/ES, e os resultados da aplicação demonstraram evidências na aprendizagem pelo maior número de acertos em relação as práticas antigas e também uma participação ativa dos alunos. Conclui-se na sua primeira aplicação que desenvolver um ambiente de interação, com fases de complexidades dentro das metodologias ativas, desperta a criatividade, promove o pensamento crítico e potencializa o aprendizado.

**Palavras-chave:** Metodologias Ativas, Didática Inovadora, Ensino de Ciências.

## FOUR ELEMENTS OF INTERACTION AT FOUR LEVELS OF LEARNING: A NEW DIDACTIC-METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR SCIENCE TEACHING

**Abstract:** This article presents a new didactic-methodological proposal for Science Teaching. Connected to Active Methodologies, the objective of this article is to present the Four

Elements of Interaction at Four Levels of Learning as an innovative didactic to think, do and teach Science in a more motivating way for students. The Four Elements of Interaction at Four Levels of Learning, transforms the classroom into a scientific environment, and students into researchers being protagonists of their own learning through social interaction in four different skills and competencies. These skills are: Experiential, Concept Map, Reference Text, and Mathematical Representation. In each of these four Elements of Interaction, students go through four phases of different complexities that are the Levels of Learning, namely: Collective Dialogical Class; Organization into Elements of Interaction; Exposure of the Products of the Elements of Interaction and Assessment of Learning. This new didactic-methodological proposal was applied to a 3rd grade class at Misael Pinto Netto School in Aracruz-ES, and the results of the application showed evidence of learning through a higher number of correct answers in relation to the old practices, and also through the active participation of the students. It is concluded in its first application that developing an interactive environment, with phases of complexity within the active methodologies, awakens creativity, promotes critical thinking and enhances learning.

**Keywords:** Active Methodologies, Innovative Didactics, Science Teaching.

## INTRODUÇÃO

Estudos voltados para o ensino-aprendizagem sempre foram alvos de diálogos em todo o mundo e, em muitos destes estudos, a participação dos alunos é a principal discussão. Neste artigo apresentamos uma nova proposta de Ensino de Ciências que visa aumentar a participação dos estudantes e ao mesmo tempo utilizar uma abordagem pedagógica diferenciada de ensino.

Vamos apresentar neste artigo a Proposta Didático-metodológica dos “Quatro Elementos de Interação em Quatro Níveis de Aprendizagem”, não como uma receita infalível, para a solução dos problemas da aprendizagem, mas como uma didática inovadora com o objetivo de repensar as práticas educacionais tradicionais, trazendo um novo olhar sobre como a educação pode ser potencializada para o que ensino, principalmente de ciências. É preciso pensar em metodologias que sejam atrativas, interativas e que permitam aos estudantes encontrarem um sentido naquilo que estão buscando e que se engajem de tal forma a se tornarem protagonistas da própria aprendizagem atuando como pesquisadores na construção do conhecimento por meio da interação entre os pares.

Os Quatro Elementos de Interação em Quatro Níveis de Aprendizagem tem como objetivo promover uma abordagem pedagógica para o Ensino de Ciências, por meio da

interação entre diferentes habilidades e competências, evoluindo na aprendizagem através de fases de complexidades dentro do contexto das Metodologias Ativas. De forma específica, os objetivos são: Promover uma didática inovadora que seja capaz de engajar os estudantes no Ensino de Ciências; Promover ambientes de interação com foco na pesquisa para estimular os estudantes na aprendizagem em quatro habilidades diferentes; Identificar o nível do estudante e promover fases de complexidades para desenvolver competências e promover a evolução da aprendizagem. Promover ambiente de exposição de produtos para que os estudantes possam expor suas produções para fortalecer a aprendizagem por meio de sala de aula invertida.

Os Quatro Elementos de Interação em Quatro Níveis de Aprendizagem possuem fundamentação teórica baseada nas Metodologias Ativas e nos níveis de aprendizagem propostos pela interação social de Vygotsky.

## **QUATRO ELEMENTOS DE INTERAÇÃO EM QUATRO NÍVEIS DE APRENDIZAGEM**

Pensar numa proposta didático-metodológica é acima de tudo compreender que nenhuma metodologia é eficiente se o estudante não estiver disposto a aprender. Por mais inovadora que seja uma abordagem pedagógica, se não houver uma harmonia com um trabalho estruturado entre professor e aluno, em que fique claro o papel de cada um no processo, os resultados podem não ser positivos, quiçá abaixo do esperado. Um planejamento preciso é fundamental para se obter êxito em qualquer projeto da vida. No Ensino de Ciências assim como em qualquer abordagem que se pretende promover uma aprendizagem ativa para o estudante, o planejamento conforme propõe Vasconcellos (2000, p.79), precisa ser compreendido como um instrumento capaz de intervir em uma situação real para transformá-la, sendo uma espécie de mediação teórico-metodológica para uma ação consciente. O planejamento permite organizar o tempo das ações, dos materiais para evitar que situações saiam do controle administrando sobre pressão ou com improvisos.

Dentro da perspectiva dos Quatro Elementos de Interação em Quatro Níveis de Aprendizagem, tanto professor quanto aluno precisa contemplar no planejamento um momento para que cada um conheça seu papel no processo de ensino-aprendizagem. Por ser um Proposta Didático-metodológica que apresenta elementos de jogos como as fases de

complexidades em níveis de aprendizagens, é fundamental que as regras estejam claras para que a aprendizagem se torne significativa para os estudantes.

Essa Proposta Didático-metodológica apresentada nesse artigo denominada Quatro Elementos de Interação em Quatro Níveis de Aprendizagem, conforme a figura 1, é uma abordagem pedagógica para o Ensino de Ciências que permite ao estudante ser protagonista da própria elaboração, organização e construção do próprio conhecimento. Com essa Proposta Didático-metodológica os estudantes são organizados em grupos de pesquisas formados por habilidades e competências diferentes. Ao todo são quatro habilidades que são denominadas por “Quatro Elementos de Interação”, por permitirem que os grupos se interajam na organização e coleta de informações e conhecimentos. Esses “Quatro Elementos de Interação” passam por quatro fases de complexidades, para que haja uma evolução da aprendizagem ao passo que um conhecimento adquirido necessita de mais subsídios para prosseguir na pesquisa dentro dos “Quatro Elementos de Interação”. Essas fases de complexidades são denominadas de “Quatro Níveis de Aprendizagem”. O objetivo é que os estudantes sejam submetidos a uma interação social para troca de informação e organização da aprendizagem em pequenos grupos, e cada grupo desenvolve a pesquisa de forma diferente, porém com a mesma finalidade, ou seja, estudando o mesmo conteúdo curricular. Enquanto ocorre as discussões e organizações nos grupos os estudantes vão alternando procedimentos didáticos para que o conteúdo curricular estudado seja de fato concretizado como aprendizagem. Os “Elementos de Interação” que são as diferentes habilidades aplicadas aos estudantes para se aprender um mesmo conteúdo são: Experimental, Mapa Conceitual, Texto Referência (Produção de Artigos) e Representação Matemática dos Fenômenos. Os “Quatro Níveis de Aprendizagem”, em que serão submetidos os “Elementos de Interação”, ou seja, as fases de complexidades são: Aula Dialógica coletiva, Organização em Elementos de Interação, Apresentação do Produto elaborado nos Elementos de Interação e Avaliação da Aprendizagem.

Figura 1 - Estrutura dos Quatro Elementos de Interação em Quatro Níveis de Aprendizagem proposta por Antunes



Fonte: Antunes (2020, p. 55).

Os Quatro Elementos de Interação em Quatro Níveis de Aprendizagem tem sua fundamentação teórica nas Metodologias Ativas e na Interação Social proposta por Vygotsky. As Metodologias Ativas são práticas existentes para se opor ao Modelo Tradicional de ensino. Na Metodologia Ativa o estudante sai do seu estado de passividade se tornando um agente participativo protagonista da própria aprendizagem, se responsabilizando por todo o processo de construção do conhecimento e do seu projeto de vida. Ribeiro (2005, p.153) declara que a aprendizagem é mais significativa com as Metodologias Ativas de Aprendizagem, em que o estudante se torna capaz de se autogerenciar e de autogovernar seu processo de formação. As Metodologias Ativas segundo Berbel (2011) potencializa a curiosidade, ao passo que os alunos se inserem na teorização de elementos novos, ainda não considerados nas aulas pelo professor. (p.28).

A importância da interação social para se entender o porquê da criação dos Elementos de Interação em Quatro Níveis de Aprendizagem se dá pela necessidade de se apoderar da interação com o meio para promover aprendizagem. Uma aprendizagem voltada para as relações com o meio foi proposta pelo psicólogo Vygotsky. Em seus estudos, já afirmava que o desenvolvimento humano acontece permeado pelas interações entre os indivíduos e o ambiente, de forma que as relações que um indivíduo experimenta são mediadas pelo mundo, no qual atribuímos símbolos e significados para que possamos entender a realidade que nos cerca, ou seja, o meio social e a atribuição de significados às coisas, é que nos fazem evoluir cognitivamente VYGOTSKY (2001, p. 281). E essa evolução pode ser compreendida, quando

os estudantes promovem mudanças que podem melhorar a maneira como eles passam a interagir com o ambiente ao seu redor, refletindo as ideias que foram elaboradas com construção do conhecimento.

Ao desenvolver essa teoria, Vygotsky enxerga o homem por um prisma social, histórico e cultural. Uma vez que as interações entre os indivíduos e os grupos a que eles pertencem são o ponto de partida para o desenvolvimento das funções mentais superiores (IVIC,2010).

Desde os primeiros dias do desenvolvimento da criança, suas atividades adquirem um significado próprio num sistema de comportamento social e, sendo dirigidas a objetivos definidos, são refratadas através do prisma do ambiente da criança. O caminho do objeto até a criança e desta até o objeto passa através de outra pessoa. Essa estrutura humana complexa é o produto de um processo de desenvolvimento profundamente enraizado nas ligações entre história individual e história social (VYGOTSKY apud IVIC, 2010 p. 33).

Segundo Vygotsky, citado por (IVIC 2010, p.33), a criança possui uma sociabilidade precoce, e seu desenvolvimento é permeado pelas interações com outros indivíduos. Sendo a criança um ser social inato, o desenvolvimento de suas capacidades cognitivas acontece por meio de interações da criança com o adulto, que é o portador de todas as mensagens da cultura. A esse respeito IVIC (2010, p. 16) compreende-se que:

O ser humano por sua origem e natureza não pode nem existir nem conhecer o desenvolvimento próprio de sua espécie como uma mônada isolada: ele tem necessariamente, seu prolongamento nos outros; tomado em si, ele não é um ser completo (VYGOTSKY apud IVIC, 2010 p. 16).

## QUATRO ELEMENTOS DE INTERAÇÃO

Os Quatro Elementos de Interação que serão detalhados nesse tópico são: Experimental, Mapa Conceitual, Texto Referência (Produção de Artigos) e Representação Matemática dos Fenômenos.

*Elemento de Interação: Experimental*

Nesse “Elemento de Interação” os estudantes serão estimulados a desenvolver suas pesquisas, organizando as ideias e buscando os conhecimentos para desenvolver os experimentos físicos. Nesse Elemento de Interação são disponibilizados para os alunos materiais didáticos como livros, artigos e notebooks com acesso à internet para fomentar a pesquisa e estimular o protagonismo de cada um. A ideia desse Elemento de Interação é aplicar o conhecimento adquirido para explicar o funcionamento do experimento. Esse Elemento de Interação é o mais concorrido pelos alunos, por isso, as regras de rotação tem que ficar claras para os estudantes para que os mesmos não percam a motivação. Até porque, a motivação para a construção do conhecimento é um dos pilares de sustentação da eficiência desse processo, e quando essa aprendizagem é desenvolvida por um Elemento de Interação Experimental, os resultados são bastantes significativos. A partir do pressuposto de que a ciência é um processo de criação, através de experimentos simples e trabalhos em equipes, associaremos o conhecimento científico ao prazer da descoberta, fornecendo uma nova maneira de abordar determinados assuntos relacionados à Física e estimulando a curiosidade do aluno, favorecendo sua criatividade para a investigação mais detalhada dos conceitos trabalhados em sala de aula. Segundo Lenz & Florczak (2012),

No cotidiano da sala de aula de Física, o professor se depara com um grande desafio: desenvolver um novo conceito através das abstrações de nossos raciocínios e conseguir torná-lo concreto na mente dos alunos. [...] Experiências simples em sala de aula podem contribuir para a atenção e confiança dos alunos nos assuntos que o professor desenvolve teoricamente em sala de aula.

Embora os autores destaquem a importância do experimento para o Ensino de Física, pode-se afirmar que essa prática vai muito além, abrangendo todo Ensino de Ciências, uma vez que, essas atividades propiciam ao estudante a capacidade de interagir com o mundo científico, proporcionando um verdadeiro sentido ao mundo abstrato das Linguagens. Isso possibilita desenvolver técnicas de investigação e de um olhar mais crítico. Segundo o pensamento de Alves Filho:

A experimentação é um fazer elaborado, construído, negociado historicamente, que possibilita através de processos internos próprios estabelecer “verdades científicas”. “Assim[...] passaram [os investigadores] a dar importantes contribuições para a nova tendência ao experimentalismo,



pois um dos traços característicos da revolução científica é a substituição da “experiência” evidente por si mesma que formava a base da filosofia natural escolástica por uma noção de conhecimentos especificamente concebidos para esse propósito” (HENRY, 1998 apud ALVES FILHO, 2000, p.150).

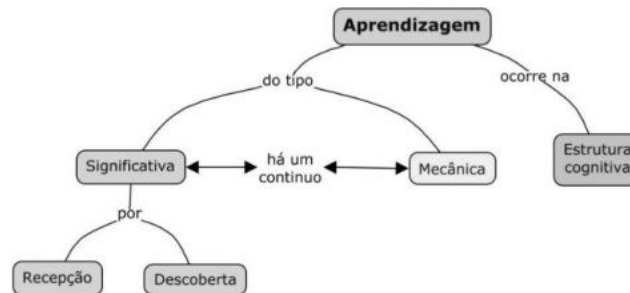
Fica evidente nesse contexto que a importância dessas atividades experimentais que podem permitir o desenvolvimento das habilidades e despertar o cognitivo dos estudantes permitindo-os se posicionar criticamente frente ao objeto a ser estudado e com isso fazer uma revolução com aquilo que trazem de conhecimento com os novos saberes construído de forma sólida ao presenciar os resultados dos experimentos.

#### *Elemento de Interação: Mapa Conceitual*

Nesse Elemento de Interação os estudantes desenvolverão suas habilidades e competências ao organizar as ideias, buscar as respostas e construir o conhecimento na forma a aplicar o novo conhecimento na forma de Mapa Conceitual.

O Mapa Conceitual permite ao estudante compreender até conteúdos mais complexos ao interligar conceitos traçando caminhos para associar informações que estão no mesmo contexto. Embora a teoria dos Mapas Conceituais tenha sido criada por Joseph Novak em 1972 (NOVAK e GOWIN, 2010, p. 33), quando trabalhava com muitos dados de entrevistas clínicas piagetianas, e necessitava de um instrumento para organizar esse material, ela foi desenvolvida tomando por base a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. No caso do Elemento de Interação de nossa abordagem pedagógica, a ideia de utilizar o Mapa Conceitual é que estudantes possam protagonizar seu conhecimento de forma a organizar o conteúdo programático de uma disciplina, que é uma dentre tantas aplicabilidades de um Mapa Conceitual na aprendizagem. Além do mais o Mapa Conceitual que é uma ferramenta gráfica, também serve para representar, organizar, construir e avaliar conhecimentos. Em sua explicação, Ausubel (2003), apresenta os principais conceitos relativos à aprendizagem conforme se observa na figura 2:

Figura 2 – conceitos de Ausubel



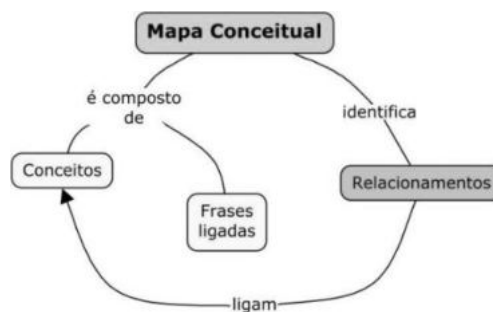
FONTE: Adaptado de Ausubel (2003).

Nesse caso percebe-se que os Mapas Conceituais são representações gráficas semelhantes a diagramas, que interligam conceitos mais abrangentes até os menos inclusivos e são utilizados para oferecer estímulos adequados ao aluno. Servem como instrumentos para facilitar o aprendizado do conteúdo sistematizado em conteúdo significativo para o estudante. Embora tenha surgido da teoria de Educação de Novak, o mapa conceitual decorre diretamente da teoria original de Ausubel e têm se mostrado muito útil, na prática, para facilitar a Aprendizagem Significativa.

Ausubel sustenta o ponto de vista de que cada disciplina acadêmica tem uma estrutura articulada e hierarquicamente organizada de conceitos que constitui o sistema de informações dessa disciplina. [...] Esses conceitos estruturais podem ser identificados e ensinados ao estudante, constituindo para ele um sistema de processamento de informações, um verdadeiro mapa intelectual que pode ser usado para analisar o domínio particular da disciplina e nela resolver problemas (MOREIRA e MASINI, 2006, p. 42).

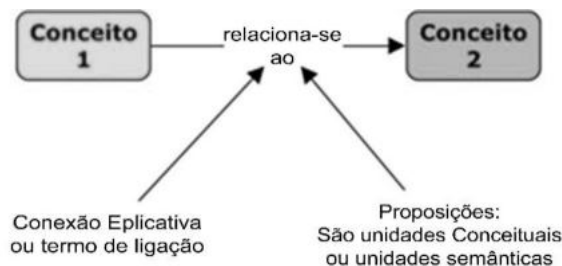
É preciso tomar cautela quando se tratar de Mapas Conceituais. Eles têm por objetivo representar relações significativas entre conceitos na forma de proposições que são constituídas de dois ou mais termos conceituais ligados por palavras em uma unidade semântica (NOVAK; GOWIN, 1996, p 16). Os Mapas Conceituais podem ser também definidos como instrumentos que permitem evidenciar as concepções de um conceito, por meio de uma frase ou imagem e precisa ser hierárquico, ou seja, os conceitos gerais podem situar-se na parte superior, enquanto os conceitos menos inclusivos na parte inferior (figura 3). De alguma forma, o mapa conceitual precisa mostrar uma hierarquia conceitual.

Figura 3 – Conceitos de Novak

FONTE: SILVA *et al.* (2017).

Novak e Gowin (2010, p. 33) declaram que para se configurar um Mapa Conceitual são necessários três elementos: Conceitos, que são “uma regularidade nos acontecimentos ou nos objetos, que se designa mediante algum termo”; Relações (ver figura 4), que são proposições formadas por dois conceitos ligados por um verbo; Questão focal, que é uma pergunta de direciona a construção do Mapa Conceitual.

Figura 4 – Relações conceituais de Novak

FONTE: SILVA *et al.* (2017)

Vale salientar que os Mapas Conceituais diferem de textos e outros materiais educativos, porque são por si só autoexplicativos. E é aí que mora seu grande potencial para a aprendizagem. Ao tentar organizar suas ideias em um mapa conceitual o aluno consegue facilmente enxergar as dúvidas que não ficaram esclarecidas na construção do seu conhecimento e conseguem ampliar sua linha de indagação para complementar tais explicações. No exemplo de Mapa Conceitual apresentado na figura 2, demonstrados nos retângulos estão os conceitos fundamentais para a argumentação desenvolvida ao longo de todo o texto. Aprendizagem Significativa aparece, de forma clara por ser o conceito-chave.

Para representar as relações entre os conceitos são utilizadas as linhas. Sobre as linhas estão os conectivos representados por palavras escritas, juntamente com os conceitos unidos pelas linhas. Isso dá ideia de proposições que expressam as relações entre os conceitos. Para direcionar certas relações são utilizadas flechas, porém, apenas quando necessárias conforme a figura 4.

#### *Elemento de Interação: Texto Referência*

Nesse Elemento de Interação são exploradas as capacidades dos alunos em confeccionar materiais que vão servir de referência para estudos como apostilas, resumos e ou artigos. A importância da escrita na aprendizagem está associada a todo o processo de aquisição, elaboração e expressão de conhecimento, tornando-se numa importante ferramenta de nesse processo. A escrita estabelece uma relação entre o sujeito e o objeto da aprendizagem, favorecendo a reconstrução do conhecimento, reprocessado pelo estudante com foco na sua experiência tanto presente quanto passada, ao passo que adquire um sentido próprio (JEWITT, 2006, p. 192). Kramer (2001, p. 38) declara que o ato de escrever faz com que os estudantes admitam características vividas da própria escrita. Permite aos estudantes reformular textos e ser leitor da própria história individual e coletiva, compartilhando e reescrevendo nela novos sentidos que resultará numa melhor aprendizagem.

#### *Elemento de Interação: Representação Matemática dos Fenômenos*

Esse Elemento de Interação é o que ocorre divergência em quem quer participar dele. Quando se fala em representar os fenômenos matematicamente, há um número muito grande de estudantes resistentes que acham o maior dos problemas. E isso não acontece só aqui no estado do Espírito Santo. É notório que os conhecimentos matemáticos no Brasil ainda estão baixos. Uns culpam os professores por aterrorizar a disciplina e outros culpam os estudantes que não se esforçam para aprender a tão importante matemática que uma parte da fundamental da vida de qualquer pessoa. Quer você goste ou não a matemática assim como a leitura e a escrita são fundamentais para se viver em sociedade. A esse respeito Matos (2001) declara:

Alunos e professores encontram dificuldades no processo ensino-aprendizagem da matemática, as quais são muitas e conhecidas. Por um lado, o aluno não consegue entender a matemática que a escola lhe ensina, muitas vezes é reprovado nesta disciplina, ou então, mesmo que aprovado, sente dificuldades em utilizar o conhecimento "adquirido", ou seja, não obtém muito sucesso (MATOS, 2001, p. 18).

É notório que o autor está insatisfeito com os resultados alcançados na disciplina. Entretanto a importância da linguagem matemática na representação dos fenômenos é primordial. Nesse contexto torna-se fundamental a criação de ambientes investigativos e de interação para que a matemática seja explorada de forma criativa e com sentido para o estudante para que não se sinta desmotivado e não queira aprender. A ideia do Elemento de Interação da Representação Matemática dos Fenômenos é que, por meio da interação social com os pares e mediada pelo professor, numa estação científica onde ele é o protagonista da sua própria aprendizagem, permita que construa um conhecimento matemático menos traumático do que nos métodos tradicionais. A respeito disso:

Cabe ao professor criar um ambiente problematizador que propicie a aprendizagem matemática, uma comunidade de aprendizagem compartilhada por professor e alunos. Tal comunidade pode ser entendida como um cenário de investigação, tal como proposto por Skovsmose (2000), que defende um espaço de aprendizagem em que os alunos possam matematizar, ou seja, formular, criticar e desenvolver maneiras matemáticas de entender o mundo. Nesse ambiente problematizador, “os alunos podem formular questões e planejar linhas de investigação de forma diversificada. Eles podem participar do processo de investigação” (ALRO; SKOVSMOSE, 2006, p. 55).

Com esse pensamento, é proposta essa abordagem pedagógica cujo o Elemento de Interação é proporcionar um ambiente investigativo e de interação social para que os estudantes possam problematizar e de uma forma autônoma construir soluções de forma individual e até mesmo com os colegas. Para isso, é preciso envolver os estudantes com questões sociais e reais para que a aprendizagem provoque um sentido para eles e só assim o processo se torna mais amigável e o drama da matemática é minimizado.

Para envolver a criança nas situações de práticas matemáticas, optamos por partir daquilo que é imediatamente sensível, próximo, familiar e significativo: ela própria (seu corpo), suas experiências pessoais (suas vivências, brincadeiras, habilidades), seu meio social (familiares, colegas,

professores), seu entorno (sua casa, sua rua, sua comunidade, seu bairro, sua cidade). Em síntese: sua realidade (BRASIL, 2014, Pág.6).

Diante do exposto nesse Elemento de Interação os estudantes organizam as ideias, buscam informações e pesquisam sobre o conteúdo para abordar de forma matemática os fenômenos que foram estudados por todos os outros Elementos de Interação.

## QUATRO NÍVEIS DE APRENDIZAGEM

Os “Quatro Níveis de Aprendizagem” são: Aula Dialógica coletiva, Organização em Elementos de Interação, Apresentação do Produto elaborado nos Elementos de Interação e Avaliação da Aprendizagem.

### *Aula Dialógica Coletiva*

Esse é o nível que sucede o questionário de conhecimentos prévios. É a primeira ação dentro da abordagem pedagógica dos Quatro Elementos de Interação em Quatro Níveis de Aprendizagem. Nesse estágio, após coletar as informações sobre o nível de proficiência dos alunos sobre o conteúdo objeto de estudo, se estabelece uma aula dialógica coletiva para conversar sobre o conteúdo por meio das questões que foram propostas no questionário prévio. A diferença agora é que com o diálogo estabelecido os estudantes podem expor suas respostas e trocar conhecimentos entre os colegas. No primeiro momento eles dialogam entre eles sobre o que os levou a tomarem aquela decisão. Só depois que professor faz a mediação apresentando a solução e na troca de diálogo devolve, numa espécie de feedback, a resposta tirando a dúvida do estudante. Gadotti (1991) assim se expressa:

[...] os seres humanos se constroem em diálogo, pois são essencialmente comunicativos. Não há progresso humano sem diálogo. Para ele, o momento do diálogo é o momento em que os homens se encontram para transformar a realidade e progredir. (p 46).

Como não há progresso sem diálogo, logo não há aprendizagem sem diálogo, até porque o progresso depende da aprendizagem. Por isso, que nesse primeiro nível se estabelece um diálogo para que o estudante tenha o primeiro contato com o conteúdo de forma coletiva.

A ideia é que nesse primeiro nível o estudante aprende com os pares e com o professor. Ainda sobre a importância do diálogo na visão de Freire (1987):

(...) o educador já não é o que apenas educa, mas o que, enquanto educa, é educado em diálogo com o educando que, ao ser educado, também educa. Ambos, assim, se tornam sujeitos do processo em que crescem juntos e em que os “argumentos de autoridade” já não valem. Já agora ninguém educa ninguém, como tampouco ninguém se educa a si mesmo: os homens se educam em comunhão, mediatizados pelo mundo (p.68).

Dentro dessa perspectiva de aula dialógica, uma forma de apresentar o conteúdo dialogando com os estudantes e ainda manter a ideia de *game*, deixando o ambiente bem tranquilo para que a construção do conhecimento possa fluir de forma natural, é usando a sala de aula virtual *Plickers*. Nessa sala de aula o professor expõe na tela de projeção as questões e os alunos respondem usando uma espécie de código parecido com o *Qrcode*. Com o celular o professor faz a leitura ótica dos códigos e com isso a aula não fica cansativa e ainda passa uma imagem de ludicidade no diálogo. Os estudantes simplesmente amam esse momento. Uma outra forma é através de exposição experimental. Os alunos questionam bastante. O lado ruim do experimento que sempre tem uns estudantes que se camuflam e não participam do diálogo, enquanto que com o *Plickers* isso não acontece.

### *Organização em Elementos de Interação*

Esse é o segundo nível de aprendizagem. Depois que os estudantes construíram o conhecimento por meio do diálogo contemplando as habilidades e competências da conversação por meio de um modelo perguntas e respostas em forma de *game*, agora os estudantes mudam de nível. Eles continuam estudando o mesmo conteúdo, porém agora com habilidades diferentes. A ideia é que, com a divisão em Elementos de Interação, eles possam continuar aprendendo o que eles começaram aprender com a aula dialógica. A diferença agora é que nesse nível eles vão estar separados por inteligências diferentes, que são os Quatro Elementos de Interação que vimos no capítulo anterior. A proposta funciona assim: no primeiro nível eles aprendem um conteúdo dialogando com os pares e mediados pelo professor. Agora no segundo nível eles continuam aprendendo o mesmo conteúdo, porém, cada grupo em seu Elemento de Interação onde eles poderão buscar, organizar as ideias e

construir o conhecimento com seus pares sendo protagonistas da própria aprendizagem. Dentro da metodologia ativa esse momento também pode ser conhecido como “rotação por estação”. “As atividades planejadas não seguem uma ordem de realização, sendo de certo modo independentes, embora funcionem de maneira integrada para que, ao final da aula, todos tenham tido a oportunidade de ter acesso aos mesmos conteúdos” (BACICH et al.; MORAN, 2015 p.45).

#### *Apresentação do Produto elaborado nos Elementos de Interação*

Nesse terceiro nível de aprendizagem os estudantes agora continuam o processo de construção do conhecimento, porém, expondo o produto de suas pesquisas e organizações que eles produziram nos Elementos de Interação no nível anterior. Nessa fase da aprendizagem acredita-se que os alunos já estejam bem mais preparados em relação ao conteúdo, uma vez que aprenderam o conteúdo de forma dialógica no coletivo no primeiro nível, depois o aprenderam organizando e pesquisando no segundo nível e agora poderão consolidar sua aprendizagem ao expor para os colegas. O interessante nesse nível é que todos os Elementos de Interação vão expor seu produto, ou seja, todos ensinarão e aprenderão com seus colegas nas diferentes inteligências. Os estudantes vão ouvir do mesmo conteúdo em forma de Experimento, em forma de Mapa Conceitual, em forma de Texto Referência e em forma de Representação Matemática, ao passo que todos recebem uma cópia do produto produzido pelos outros Elementos de Interação e assim todos possam ter acesso a todas inteligências e com isso o conteúdo ensinado atinja o maior número de estudantes, o que não acontece no ensino tradicional.

Esse nível também é conhecido como Sala de Aula Invertida. Esta etapa do método ocorre em sala de aula com a presença da turma e do professor. “Neste nível o professor deverá avaliar a qualidade e profundidade dos conteúdos e conceitos obtidos pelos estudantes nos Elementos de Interação, mediar as discussões que surgirão entre os estudantes e seus pares, a troca de conhecimentos obtidos pelos estudantes e o processo de consolidação dos conceitos protagonizados por eles, promover atividades que impliquem na aplicação dos conhecimentos e conceitos e procurar evidenciar a assimilação dos conhecimentos propostos para a aula ou unidade de aprendizagem” (LITTO & FORMIGA, 2009; PEREIRA, 2010, p.127).



### *Avaliação da Aprendizagem*

Esse é o quarto e último nível de aprendizagem. Isso mesmo que você leu, nível de aprendizagem. Embora é o nível da avaliação da aprendizagem, nesse nível o processo de construção ainda está acontecendo. Vamos lembrar: no primeiro nível os estudantes aprenderam o conteúdo numa aula dialógica com os pares e mediada pelo professor de forma coletiva. No segundo nível, aprenderam organizando as informações e as ideias nos Elementos de Interação que foram quatro inteligências diferentes. No terceiro Nível aprenderam o mesmo conteúdo ao expor os produtos produzidos nos Elementos de Interação onde ensinaram e aprenderam ao externar o conteúdo. E agora para finalizar o processo eles aprendem ao realizar um questionário pós-teste transcrevendo no papel aquilo que aprenderam ao longo de todo o processo. A ideia de fazer um questionário de conhecimentos prévios e um para avaliação da aprendizagem, além dos níveis em que os estudantes passam, é permitir ao professor fazer uso de diferentes formas de avaliação. Nesse caso, o professor tem, a seu favor, um rico componente de aprendizagem que irá contribuir para a evolução do educando. Já para o estudante conforme se pode observar:

A avaliação deve ser um instrumento para estimular o interesse e motivar o aluno para maior esforço e aproveitamento, e não uma arma de tortura ou punição. Nesse sentido, a avaliação desempenha uma função energizante, à medida que serve de incentivo ao estudo. Mas complementando essa função, a avaliação desempenha, também, outra: a de feedback ou retroalimentação, pois permite que o aluno conheça seus erros e acertos (HAYDT, 1997, p. 27).

É importante ressaltar que, para que a função da avaliação seja energizante, conforme propõe Haydt (1997, p. 27), o professor deve fornecer aos estudantes o resultado da prova, ou seja, uma espécie de feedback. É importante para a maturação e acima de tudo para que o processo de ensino-aprendizagem seja de fato significativo, que eles saibam quais foram seus erros e acertos, pois dessa forma o estudante será estimulado a estudar mais para continuar sendo protagonista da própria história e de seu projeto de vida.

Para concluir, pode-se descrever o estudo dessa pesquisa como sendo um desenvolvimento de uma estrutura pedagógica para o Ensino de Ciências chamado de “Quatro Elementos de Interação em Quatro Níveis de Aprendizagem”. O que professores e pesquisadores observarão nessa estrutura pedagógica é que ela surge no cenário educacional como uma alternativa inovadora para se aplicar ao ensino, aliada às Metodologias Ativas, com uma aplicação simples e de fácil adaptação às diversas realidades. Nessa estrutura, os alunos são organizados em estações de trabalho, chamada de Elementos de Interação. São quatro os Elementos de Interação (Experimental, Mapa Conceitual, Texto Referência e Representação Matemática dos Fenômenos Físicos) que são habilidades e competências. Nessa estrutura, desenvolvida nessa pesquisa, os Elementos de Interação passam por Quatro Níveis de Aprendizagem para estudar um determinado assunto. E diferentemente de outros modelos o aluno só rotaciona de Elementos de Interação no outro conteúdo a ser estudado, ou seja, ele passa por todos os níveis construindo o conhecimento de formas diferenciadas do mesmo conteúdo sem rotacionar os Elementos, só avançando de nível, para que ao final ele tenha construído o conhecimento do determinado conteúdo. Quando o professor começar um outro conteúdo, aí sim, os alunos deverão ser rotacionados e permanecerão em seus novos Elementos de Interação até passarem pelos Quatro Níveis e assim completarem o ciclo da aprendizagem novamente.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para aplicar essa Proposta Didático-metodológica dos Quatro Elementos de Interação em Quatro Níveis de Aprendizagem e verificar evidências de sua potencialidade no processo ensino-aprendizagem, uma turma de 32 alunos do Ensino Médio da Escola Misael Pinto Netto em Aracruz interior do estado do Espírito Santo, foi submetida a esses procedimentos para o estudo de Campo e Força Magnética. Cada Elemento de Interação recebeu quatro alunos, formando assim dois grupos cada Elemento de Interação, para atender os 32 alunos da turma. A aplicação dessa Proposta Didático-metodológica dos Quatro Elementos de Interação em Quatro Níveis de Aprendizagem precisou de 10 aulas de 55 minutos conforme o quadro 1.

Quadro 1 – Organização metodológica da Aplicação dos Quatro Elementos de Interação em Quatro Níveis de Aprendizagem

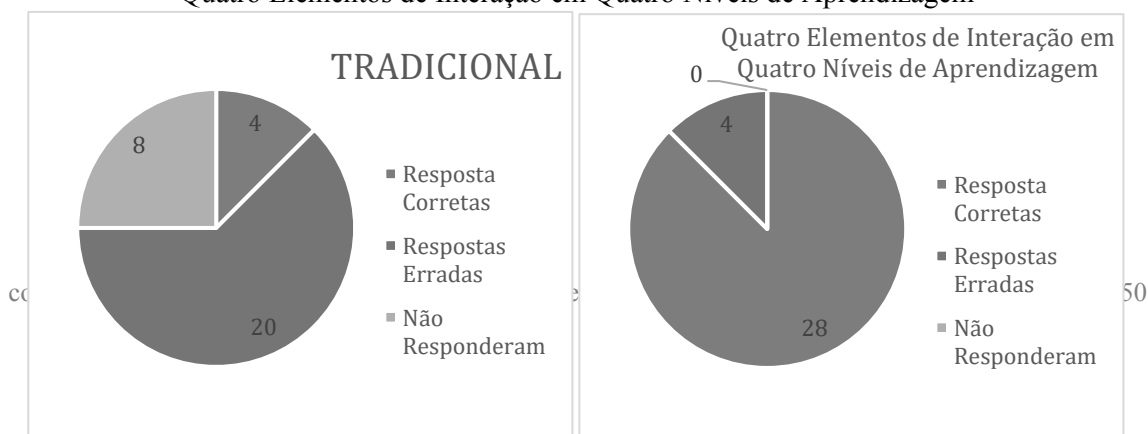
Encontro	Tempo de duração (minutos)	Atividade realizada
1º	55min	Apresentação da Proposta Didático-metodológica dos Quatro Elementos de Interação em Quatro Níveis de Aprendizagem como proposta de abordagem pedagógica
2º	55min	Aplicação do questionário de conhecimentos prévios
3º	55min	1º Nível de Aprendizagem: Aula dialógica coletiva – 1ª parte com o uso de <i>gamificação</i> para o diálogo. Foi usado a Plataforma web <i>Plickers</i> com leitura óptica pelo Celular.
4º	55min	1º Nível de Aprendizagem: Aula dialógica coletiva - 2ª parte com o uso de experimentos físicos – Foi usado um protótipo de motor V8 movido a eletromagnetismo para demonstrar o Campo Magnético.
5º	55min	2º Nível de Aprendizagem: organização das ideias em Elementos de Interação – 1ª parte
6º	55min	2º Nível de Aprendizagem: organização das ideias em Elementos de Interação – 2ª parte
7º	55min	3º Nível de Aprendizagem: apresentação dos produtos construídos nos Elementos de Interação – 1ª parte
8º	55min	3º Nível de Aprendizagem: apresentação dos produtos construídos nos Elementos de Interação – 2ª parte
9º	55min	4º Nível de Aprendizagem: Avaliação da aprendizagem – Pós Teste
10º	55min	Avaliação da Proposta Didático-metodologica dos Quatro Elementos de Interação em Quatro Níveis de Aprendizagem com feedback dos alunos.

Fonte: Antunes (2020, p. 100).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

No primeiro momento foi feito uma análise comparativa dos resultados do desempenho dos alunos antes da aplicação dos Quatro Elementos de Interação em Quatro Níveis de Aprendizagem e dos resultados de desempenho com a aplicação da Proposta Didático-metodológica. O gráfico 1 mostra os resultados coletados antes da aplicação com base nos registros acadêmicos dos alunos feito pelo professor da turma com conteúdo anteriores e registrados no sistema de gestão escolar.

Gráfico 1 – Resultados comparativos do desempenhos dos estudantes antes e após da aplicação dos Quatro Elementos de Interação em Quatro Níveis de Aprendizagem

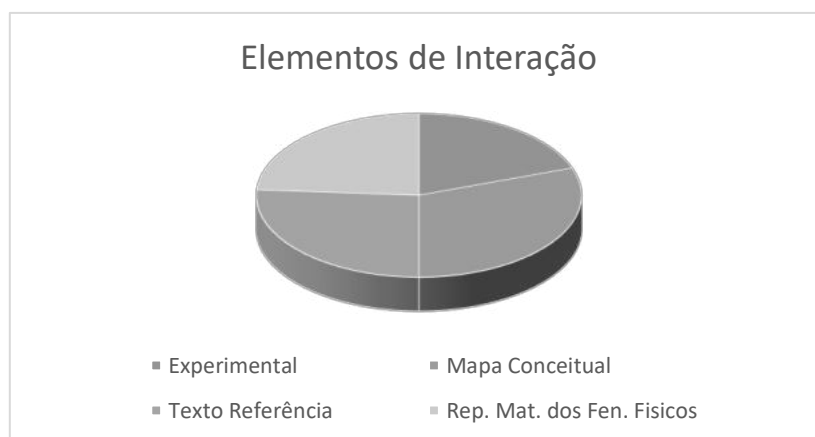


Fonte: O autor.

Os resultados apresentados no gráfico mostra a grande dificuldade que se tem hoje com relação ao Ensino de Ciências nas escolas. As práticas antigas como um simples copiar do quadro e memorizar fórmulas para repeti-las nas provas conforme gráfico do método tradicional apresenta rendimento abaixo do esperado com um número muito grande de alunos que demonstram não ter aprendido um determinado conteúdo. O resultado no gráfico tradicional mostra que apenas 12,5% dos alunos acertaram as questões demonstrando evidencias de aprendizagem. Entretanto no gráfico que mostra os resultados dos Quatro Elementos de Interação em Quatro Níveis de Aprendizagem 87,5% dos alunos acertaram as respostas e não deixaram nenhuma questão em branco enquanto no gráfico tradicional 25% dos alunos deixaram.

Com relação a Proposta Didático-metodológica dos Quatro Elementos de Interação em Quatro Níveis de Aprendizagem resultados apontam uma variação nos Elementos de Interação que precisam ser analisados porque podem ter sido causados por diversos fatores, tais como, alunos que podem ter se dedicado menos ou até mesmo que a eficiência de um Elemento é superior a outro, o que pode ter influenciado nos resultados da aprendizagem de cada Elemento de Interação.

Gráfico 2 – Análise da avaliação da aprendizagem por Elemento de Interação



Fonte: O autor.

Os resultados do Gráfico 2 mostram que o Elemento de Interação Mapa Conceitual obteve melhor desempenho com 87,5% das questões corretas na avaliação da aprendizagem. Já o Elemento de Interação Texto Referência fica em segundo lugar com um desempenho de 75% das questões corretas na avaliação da aprendizagem. Enquanto que o Elemento de Interação Representação Matemática dos Fenômenos Físicos fica em terceiro lugar com um desempenho de 68,75% das questões corretas na avaliação da aprendizagem. E, por último, o Elemento de Interação Experimental que ficou em quarto lugar com um desempenho de 56,25% das questões corretas na avaliação da aprendizagem. Por ser uma primeira aplicação dessa Proposta Didático-metodológica, não é possível afirmar qual Elemento de Interação tem o melhor resultado. Seria preciso que os grupos passassem por diferentes Elementos de Interação para ter os resultados mais concretos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados apresentados com relação a aprendizagem obtidas pelos estudantes ao ser submetidos a Proposta Didático-metodológica dos Quatro Elementos de Interação em Quatro Níveis de Aprendizagem, fica evidente que quando os estudantes são submetidos a práticas metodologias ativas em que eles se tornam protagonistas pesquisadores e participativos da própria elaboração e organização da construção do próprio conhecimento,

os resultados são satisfatórios. Observou-se que a criação de um ambiente de pesquisa dentro da sala de aula, em que os estudantes estudam o mesmo conteúdo compartilhando conhecimento e trocando informações com outros grupos de pesquisas que estudam o mesmo conteúdo com competências e habilidades diferentes, torna o conhecimento mais atrativo e faz com que os estudantes se engaje ainda mais na busca de soluções para os problemas. Por isso, os Elementos de Interação se tornam fundamentais para dar significado a essa busca e promover aprendizagem.

Outro ponto observado foi que ao passar pelos níveis de aprendizagem interagindo com os diferentes Elementos de Interação, os estudantes foram amadurecendo as informações coletadas e ao se utilizar de outras didáticas tais como, aula dialógica coletivas, discussão nos Elementos de Interação e ter que expor seus produtos aos outros grupos numa espécie de sala invertida, os estudantes promoveram um ambiente enriquecedor de maturação do conhecimento com o uso da criatividade e do pensamento crítico, que foi apontado como evidências claras de que houve uma aprendizagem. Por isso diante dos desafios que se instala na educação, principalmente no Ensino de Ciências, até pela falta de estrutura das escolas e até mesmo a formação dos professores é que essa Proposta Didático-metodológica surge como uma abordagem pedagógica inovadora para atender esses alunos que agora mais do que nunca necessitarão de metodologias que estimule ainda mais a criatividade com um método que os envolvam e que acima de tudo os motivem a serem ativos no processo de aprendizagem com a capacidade de promover o pensamento crítico como uma alternativa a mais para fortalecer o Ensino de Ciências no Brasil.

## REFERÊNCIAS

ALRO, H.; SKOVSMOSE, O. **O Diálogo e aprendizagem em educação matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

ALVES FILHO, Jose de Pinho. **Atividades experimentais: do método a prática construtivista**. 2000. 303 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/123909/mod\\_resource/content/0/tese\\_-\\_capitulo\\_1\\_historico\\_dos\\_projetos.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/123909/mod_resource/content/0/tese_-_capitulo_1_historico_dos_projetos.pdf). Acesso em: 10 out 2020.

AUSUBEL, D. **Aquisição e retenção do conhecimento: uma perspectiva cognitiva.** Lisboa: Editora Plátano, 2003.

BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. de M. (Orgs.) **Ensino Híbrido: Personalização e Tecnologia na Educação.** Porto Alegre: Penso, 2015. 270p.

BERBEL, N. A. N. **As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes.** Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011

BRASIL. **Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Apoio à Gestão Educacional Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa:** Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Diretoria de Apoio à Gestão Educacional. – Brasília: MEC, SEB, 2014.

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

GADOTTI, M. (org). **Paulo Freire: uma bibliografia.** São Paulo: Cortez; Instituto Paulo Freire; Brasília, DF: UNESCO, 1996.

HAYDT, Regina Célia Cazaux. **Curso de didática geral.** São Paulo: Ed. Ática 1997. Disponível em: [https://www.academia.edu/11148299/Curso\\_de\\_Didatica\\_Geral\\_Regina\\_Celia\\_C\\_Haydt](https://www.academia.edu/11148299/Curso_de_Didatica_Geral_Regina_Celia_C_Haydt). Acesso em 10 Out. de 2020.

IVIC, I. **Lev Semionovich Vygotsky:** Fundação Joaquim Nabuco. Recife: Massangana, 2010. p. 140.

JEWITT, Carey (2006). **Technology, Literacy and Learning: A Multimodal Approach.** London: Routledge.

LENZ, J. A.; FLORCZAK, M. A. **Atividades experimentais sobre conservação da energia mecânica.** A Física na Escola, São Paulo, v. 13, n. 1, p. 17-18, 2012. Disponível em: <http://www1.fisica.org.br/fne/phocadownload/Vol13-Num1/a061.pdf> . Acesso em: 10 out. 2020.

LITTO, Fredric Michael; FORMIGA, Marcos. **Educação a distância: o estado da arte.** Pearson, vol. 1. 2009.

KRAMER, Sonia. **Escrita, experiência e formação - múltiplas possibilidades de criação da escrita.** In Candau, Vera Maria (org.). Linguagens, espaços e tempos no ensinar e aprender. 2a ed. Rio de Janeiro: DP&A. 2001.

MATOS, J. F. **Aprender matemática hoje: a educação matemática como fenômeno emergente.** Conferência proferida no RealMat – Encontro Regional da APM. Vila Real. (2001)

MORAN, J. M. **Mudando a educação com metodologias ativas.** Coleção Mídias Contemporâneas Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens, v.

2, 2015. Disponível em: [http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/mudando\\_moran.pdf](http://www2.eca.usp.br/moran/wp-content/uploads/2013/12/mudando_moran.pdf)? Acesso em: 24 set. 2020.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2006.

NOVAK, J. D. e GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1996.

PEREIRA, Débora Silva de Castro. **O ato de aprender e o sujeito que aprende. Construção psicopedagógica**, São Paulo, v. 18, n. 16, p. 112-128, jun. 2010. Disponível em: [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-69542010000100010&lng=pt&nrm=iso](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-69542010000100010&lng=pt&nrm=iso). Acessado em: 25 nov. 2020.

RIBEIRO, L. R. C. **A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores**. 2005. 209f. Tese (Doutorado em Educação), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

VASCONCELLOS, Celso dos S: **Planejamento Projeto de Ensino-Aprendizagem e Projeto Político-Pedagógico**. Ladermos Libertad-1. 7º Ed. São Paulo, 2000.

VYGOTSKI, L. S. (2001). **Pensamento e Linguagem**. In L. S. Vygotski. Obras escogidas II: problemas de psicologia general (2ª ed., pp.9-348). Madrid: Visor. (Originalmente publicado em 1934).



## REFLEXÕES DE UM PEP PARA A FORMAÇÃO INTERDISCIPLINAR: INTEGRAÇÃO DAS CONTRIBUIÇÕES AFRICANAS, FERRAMENTAS WEB E QSC NA PRAXEOLOGIA DOS PROFESSORES

### **Rita Cinéia Meneses Silva**

Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana/UFBA/UEFS. Pesquisadora do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisa, Ensino e Didática das Ciências, Matemática e Tecnologia/NIPEDICMT da Universidade Federal da Bahia/UFBA.

E-mail: rita.meneses@enova.educacao.ba.gov.br

### **Eliane Santana de Souza Oliveira**

Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana/UFBA/UEFS. Professora Assistente da área de Educação Matemática do Departamento de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Feira de Santana /UEFS.

E-mail: essoliveira@uefs.br

### **Luiz Márcio Santos Farias**

Doutor (UM2-França) em Didática das Ciências e Matemática. Professor Adjunto do Instituto de Humanidades, Artes e Ciências Prof. Milton Santos (IHAC) e do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências da Universidade Estadual de Feira de Santana/UFBA/UEFS

E-mail: lmsfarias@ufba.br

**Resumo:** Este artigo tem o objetivo de analisar o desenvolvimento de um Percorso de Estudo e Pesquisa (PEP) interdisciplinar, com vista nas contribuições africanas e das Questões Sociocientíficas (QSC), com o intento de auxiliar na bagagem praxeológica de professores, frente a situações de ensino em contextos codisciplinares. Esse PEP foi mediado por ferramentas *Web* e desenvolvido em um curso de formação continuada com a participação de cerca de 30 professores da educação básica, na cidade de Feira de Santana-BA. Essa formação foi desenvolvida por meio da articulação das propostas estabelecidas pelo Projeto Universal do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) da (UEFS/UFBA/UFOB)<sup>1</sup> e o Programa de Apoio ao CEAO-PROCEAO (UFBA/UEFS). Para o desdobramento deste estudo, apoiamos-nos na abordagem qualitativa, alicerçada, teórica e metodologicamente, em alguns elementos da Teoria Antropológica do Didático (TAD) e do PEP. Os dados foram produzidos a partir da relação questão-resposta e atividades secundárias desenvolvidas a partir do PEP. As análises foram realizadas com a intenção de revelar as condições e restrições evocadas no processo de construção do meio didático deste PEP interdisciplinar. Vale destacar que, no transcórre deste trabalho, encontramos algumas restrições para o desenvolvimento do meio didático, no entanto constatamos que estas não são consideradas impedimento para a elaboração e desenvolvimento de propostas de práticas

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Feira de Santana/ Universidade Federal da Bahia/ Universidade Federal do Oeste da Bahia

docentes interdisciplinares que promovam a implementação de propostas multiculturais aliadas aos recursos tecnológicos, a exemplo das ferramentas *Web*.

**Palavras-chave:** Formação de Professor, Percurso de Estudo e Pesquisa (PEP). Interdisciplinaridade.

## **REFLECTIONS OF A PEP FOR INTERDISCIPLINARY TRAINING: INTEGRATION OF AFRICAN CONTRIBUTIONS, WEB TOOLS, AND QSC INTO TEACHERS' PRAXEOLGY**

**Abstract:** This article aims to analyze the development of an interdisciplinary Study and Research Path (PEP) with a view to African contributions and Socio-scientific Issues (QSC) with the intention of assisting teachers in the praxeological baggage, facing teaching situations in codisciplines contexts. This PEP was mediated by Web tools and developed in a continuous training course with the participation of about thirty teachers of basic education, in the city of Feira de Santana-BA. This training was developed through the articulation of the proposals established by the Universal Project of the National Council for Scientific and Technological Development (CNPQ) of (UEFS/UFBA/UFOB) and the Support Program for CEO-PROCEO (UFBA/UEFS). For the development of this study we rely on the qualitative approach, theoretically and methodologically based on some elements of the Anthropological Theory of Didactic (TAD) and PEP. The data were produced from the question-answer relationship and secondary activities developed through the Study and Research Path. The analyses were carried out with the intention of revealing the conditions and restrictions evoked in the process of construction of the educational medium of this interdisciplinary PEP. In the course of this work, it is worth noting that we find some restrictions for the development of the teaching environment, however, we state that these restrictions are not considered impediment to the elaboration and development of proposals of interdisciplinary teaching practices, to promote the implementation of multicultural proposals combined with technological resources, such as Web tools.

**Keywords:** Teacher Education, Course of Study and Research (PEP). Interdisciplinarity.

### **INTRODUÇÃO**

Nos últimos tempos, podemos observar pesquisas, como as de Barquero, Bosch e Romo (2018), Bosch e Gascón (2010; 2005); Ruiz-Olarría, Sierra, Bosch e Gascón (2014), que se alicerçam na Teoria Antropológica do Didático (TAD), desenvolvida por Yves Chevallard, que tem se interessado em questões que abrangem a formação do professor de

matemática, levando em consideração a base epistêmica e didática, a exemplo do Percurso de Estudo e Pesquisa (PEP).

Segundo Chevallard (2009), o PEP é um dispositivo didático e metodológico com caráter investigativo, que pode ser considerado uma metodologia ativa, uma vez que permite a participação atuante do aluno, de forma investigativa e autônoma na construção do saber, por meio de uma questão denominada geratriz.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo analisar o desenvolvimento de um PEP interdisciplinar, baseado nas contribuições africanas e da Questões Sociocientíficas (QSC), com o propósito de auxiliar na bagagem praxeológica<sup>2</sup> de professores, frente a situações de ensino em contextos codisciplinares. Vale destacar que esse PEP foi mediado por ferramentas *Web*, por meio do uso das Tecnologias de Informação e Comunicação. Para alcançar esse objetivo, ancoramo-nos na abordagem instrumental de Rabardel (1995), com o intento de integrar ambientes tecnológicos na construção de saberes matemáticos, químicos, físicos, entre outros, a fim de proporcionar uma utilização efetiva desses ambientes pelos professores. Para tal, desenvolvemos uma QSC com o desígnio de proporcionar um caminho interdisciplinar para trabalhar diferentes conceitos, desenvolver o pensamento crítico, tomada de decisões e autonomia dos envolvidos.

Diante do exposto, retomamos debates a respeito das contribuições africanas, com o objetivo de discutir e promover a construção de “espaços” para inserir a Lei nº 10.639/03<sup>3</sup> no currículo escolar na Educação Básica.

Este artigo faz parte de um trabalho maior que envolveu dois projetos em um contexto de formação de professores, a saber: o Programa temático de apoio aos estudos e ações relacionados ao CEAO (UFBA/UEFS) (ProCEAO<sup>4</sup>) e o projeto de pesquisa Projeto Universal CNPQ (UEFS/UFBA/UFOB).

---

<sup>2</sup> Faz menção às ferramentas paramatemáticas e protomatemáticas recorridas pelos professores para a construção das suas praxeologias.

<sup>3</sup> Alterada pela Lei 11.645/08, que torna obrigatório o ensino da história e cultura afro-brasileira e africana em todas as escolas (BRASIL, 2003;2008).

<sup>4</sup> Vale ressaltar que o ProCEAO, uma iniciativa conjunta de algumas pró-reitorias da Universidade Federal da Bahia-UFBA e visa apoiar projetos de Pesquisa, Extensão e/ou Arte que se destinem ao incremento da atuação acadêmica institucional do CEAO na UFBA, através de propostas investigativas, criativas e/ou implementadoras de conhecimento no campo dos estudos afro-orientais, sob qualquer perspectiva temporal e sob qualquer enfoque de abordagem teórica, metodológica, política, estética, pedagógica, coerentemente justificados.

O projeto PROCEAO teve como objetivo averiguar as influências de um Modelo Epistemológico de Referência (MER) para formação docente inicial e/ou continuada, pautado na noção de multiculturalidade e interculturalidade, com a intenção de fomentar a interação entre a educação escolar e as relações étnico-raciais, a partir das QSC nas práticas de professores e/ou futuros professores de Matemática, História e Ciências Naturais.

Já o Projeto Universal CNPQ, intitulado “Formação para prática interdisciplinar docente – construção de tarefas por mediação tecnológica e de conteúdo para *Web* no ensino de matemática e química” teve como propósito investigar se a experimentação de um MER, para formação docente – mediado por tecnologias na construção de material curricular – pode promover modificações nas praxeologias didáticas e nos conhecimentos específicos dos professores. As ações desenvolvidas nos projetos aludidos e mencionadas neste trabalho aconteceram com a participação de cerca de 30 professores da Educação Básica, na cidade de Feira de Santana-BA.

Para o desenvolvimento dessa formação com os professores, nós adotamos o referencial teórico da TAD, com o intuito de analisar as implicações de um PEP interdisciplinar, mediado por contribuições africanas e povos das diásporas, na promoção de (re)significações nas praxeologias didáticas e no conhecimento específico dos professores diante de situações de ensino em contextos codisciplinares.

O nosso olhar esteve centrado no que diz respeito ao processo de construção do meio de didático<sup>5</sup> durante o transcorrer desse PEP de formação, tendo em vista que, durante o seu desenvolvimento, fez-se necessária a construção de meio didático, capaz de destacar um panorama de elementos que podem apresentar respostas “preestabelecidas”, que auxiliem na busca por uma resposta “esperada” para a questão investigada pelo PEP. Além disso, fundamentamo-nos na abordagem instrumental de Rabardel (1995), a fim de integrar as tecnologias e ambientes *Web* para a construção de saberes matemáticos, físicos, de Química e História.

À luz do exposto e apoiados no paradigma de questionamento de mundo cujo aspecto essencial é organizar o ensino em torno de questões em um sentido forte, apresentamos como questão de investigação: “Quais as articulações que esse PEP interdisciplinar pode sugerir

---

<sup>5</sup> Definição o meio didático é definido dentro do esquema herbatiano (CHEVALLARD, 2009), como um “meio”, ou seja, alternativas para investigação de construção da resposta a questão geratriz ( $Q_0$ ).

para as bagagens praxeológicas dos professores, de forma que permita a integração das ferramentas *Web*, das contribuições africanas e das QSC em suas práticas de sala de aula, para a construção de saberes?”

Nos escritos a seguir, anunciaremos a razão de ser desse PEP interdisciplinar para a formação continuada de professores em serviço. Além disso, discutiremos a metodologia do trabalho, bem como o planejamento e o desenvolvimento do módulo 3 com os professores participantes.

## **A RAZÃO DE SER DO PEP DE FORMAÇÃO CONTINUADA PARA PROFESSORES**

A razão de ser para estruturarmos esse curso de formação está pautada nos estudos de Chevallard (2013), que afirmam que um processo de formação permite associar os novos conhecimentos resultantes da investigação educativa à realidade da sala de aula, e apresentá-los mais como ferramentas para analisar e resolver questões próprias da profissão do que como um conjunto de técnicas e saberes mais ou menos dogmáticos.

Para o PEP de formação interdisciplinar aqui em voga, desenvolvemos atividades propostas a partir de três módulos<sup>6</sup>. Cada módulo teve como proposta apresentar um trabalho interdisciplinar, pautado nas disciplinas Química, Física, História e Matemática e foram apoiados nas contribuições africanas, afro-brasileiras e na Lei nº 11.645/08. Essa proposta de formação foi motivada pela intenção de construir praxeologias interdisciplinares ao longo da formação que pudessem ser comparadas, analisadas, validadas e conduzidas à produção de PEP interdisciplinar como contribuições para o seu fazer docente.

Neste artigo, limitaremos-nos a apresentar a construção e o desenvolvimento do módulo 3, uma vez que nele trabalhamos a aplicação e construção de um PEP articulado com tecnologias e QSC.

Em relação a esse módulo, vale sobrepesar que, no seu desenvolvimento, construímos um PEP a partir de uma estrutura pautada na elaboração de tarefas para *Web*, as quais foram

adotadas à luz de uma ferramenta *Web* capaz de evocar elementos para a construção do material curricular do professor cursista, por meio de um *software* de autoria.

Ainda nesse módulo, os professores participantes compreenderam as definições de um PEP e de uma QSC e articularam ambos, vivenciando, na prática, um PEP construído por meio de elementos da QSC, a partir das ferramentas *Web*. Além disso, apresentamos um embasamento teórico de modo que o cursista lançaria mão de elementos teóricos capazes de subsidiar a construção do seu próprio PEP como uma metodologia ativa para ser utilizada em sua sala de aula de forma interdisciplinar.

Diante de tal proposta, elaboramos como desenho geral comum a todos os módulos a explicitação de todo o processo de desenvolvimento Organizações Didáticas (OD)<sup>7</sup>, uma vez que se trata de um trabalho interdisciplinar. Em vista disso, não abordamos um objeto específico por disciplina, por isso não elencaremos aqui a Organização Matemática (OM), com a intenção de desenvolver no professor a crença de que esses saberes viverão na sua classe, ainda que se note algumas restrições para integração efetiva do que preconiza a Lei nº 11.645/08 para o ensino e aprendizagem dos conteúdos.

Portanto, os módulos foram pensados em serem desenvolvidos não apenas para leituras e discussões dos textos teóricos, como também para uma proposta central de produção de respostas provisórias para questões investigadas. Destarte, denominamos cada módulo como um PEP “menor” advindo do PEP “maior” que alicerçou o curso de formação continuada de professores como um todo, com o fim de proporcionar a construção dos PEP “menores” e interdisciplinares que pudessem viver em suas salas de aulas.

Nos escritos a seguir, apresentaremos o desenvolvimento do curso de formação, todavia, como já anunciado anteriormente, aqui nos limitaremos a apresentar a construção e analisar o desenvolvimento do módulo 3.

---

<sup>7</sup> A TAD defende que toda atividade matemática pode ser considerada como atividade humana e é apreciada como um sistema de praxeologias ou Organizações Matemáticas (OM); nesse sentido, o conhecimento matemático é compreendido como o produto oriundo de atividades cuja finalidade é resolver determinados tipos de questões, ou tarefas, que foram problemáticas para uma comunidade, em um dado momento histórico. Essa OM, por sua vez, precisa estabelecer uma articulação com o que Chevallard (1999) descreve como Organização Didática (OD), que se trata de uma organização para o ensino.

## DESDOBRAMENTOS DA TAD COMO ALICERCE PARA O PEP PARA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES

No tocante à TAD, para o desenvolvimento e análise dos elementos do Percurso de Estudo e Pesquisa desenvolvido no módulo 3, utilizaremos como lente o esquema Herbatiano.

O PEP, de forma geral, parte de uma questão geratriz  $Q_0$  e, a partir dela, geram outras questões secundárias e outras respostas em busca de chegar à resposta  $R♥$ . Nesse sentido, o PEP está intimamente associado ao esquema Herbatiano/*Schéma Herbartien*,

O esquema Herbatiano é um sistema didático, uma vez que, de acordo com Chevallard (2009), todo processo de estudo se situa em um marco institucional. Sendo assim, a difusão de praxeologias deve situar-se em relação às instituições sociais que são descritas, de forma geral, em termos Herbatianos, objetivando explicitar as condições e restrições (CHEVALLARD, 2013) para o desenvolvimento dessas praxeologias em termos de ensino, aprendizagem e de como se difundem como respostas para questões problemáticas que emergem a partir das ações do fazer docente.

De acordo com Barquero, Bosch e Gascón (2010), um PEP é pautado no estudo de uma questão  $Q_0$  com forte poder gerador, capaz de favorecer o surgimento de outras questões derivadas. Para respondê-las, é indispensável a construção de ferramentas (tarefas, técnicas, tecnologia e teoria). Essa proposta metodológica retoma a relação questões/respostas, origem da construção do conhecimento científico.

Para revelar os elementos de um PEP, faz-se necessário compreender a noção de sistema didático à luz da TAD e destacar que, para Chevallard (2009), um sistema didático  $S(X, Y, ♥)$  pode ser configurado como um sistema representado por um grupo de estudantes, indicado por  $X$ , no qual seus membros são indicados por  $X$ , com uma instância de ajuda indicada por  $Y$ ; seus membros são indicados por  $Y$  e uma questão didática  $♥$  a ser estudada por  $X$ , com a ajuda de  $Y$ .

O sistema didático  $S$  fabrica e organiza o meio didático  $M$ , com o qual produzirá uma resposta  $R♥$ . Destacamos neste texto, especialmente, a nossa análise do meio didático construído pelos formadores e pelos cursistas para o desenvolvimento desse PEP, levando em

conta ainda que, de acordo com Chevallard (2009), o sistema didático  $S$  necessita de instrumentos, recursos e obras para construir esse meio capaz de apresentar questões secundárias a  $Q_0$  que encontrem respostas já postuladas e tidas como “preestabelecidas”,  $R_i$  para  $i$ 's  $1, \dots, n$ , com o intuito de desenvolver uma resposta provisória para o  $R$ . Assim, essa questão didática é denominada por  $Q_0$ , questão geradora de novos questionamentos e de respostas, ou seja,  $S(X, Y, Q)$ .

Além desses estudos, faz-se necessário compreendermos sobre a abordagem instrumental, uma vez que vamos integrar ferramentas *Web* neste trabalho.

## AS TECNOLOGIAS DIGITAIS

A diversidade de recursos tecnológicos/tecnologias digitais hoje oferecidos para a utilização em sala de aula é imensa; porém, temos tecnologias desde as mais simples às mais avançadas que muitos desconhecem.

Documentos norteadores da educação ressaltam a importância das tecnologias digitais nos processos de ensino e aprendizagem. Podemos observar a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio, que incentiva a utilização de aplicativos e tecnologias digitais em geral para o ensino de matemática (BRASIL, 2018).

Nesse sentido, é necessário, para uma utilização efetiva das tecnologias digitais, distinguir, inserir e integrar o que se refere à inserção de tecnologias digitais no campo educacional. De acordo com Bittar (2011), inserir uma tecnologia digital é utilizá-la de forma esporádica, sem um planejamento. Já integrar uma tecnologia digital significa fazer parte do arsenal do professor, ou seja, é fundamental que a tecnologia digital se torne parte integrante dos materiais didáticos utilizados frequentemente pelo professor, de modo a quebrar paradigmas e permitir que essas tecnologias sejam agregadas ao objeto do saber a ser estudado.

No entanto, além de diferenciar integrar e inserir, é preciso transformar o artefato tecnológico em instrumento. Para isso, fundamentamo-nos na Abordagem Instrumental de Rabardel (1995). Vale destacar alguns conceitos definidos por esse autor, a saber: o artefato é por ele definido como um dispositivo material utilizado como meio de ação, e o instrumento é



construído pelo sujeito ao longo de um processo no qual um artefato transforma-se progressivamente em um instrumento. Esse processo de transformação de um artefato para um instrumento foi denominado por Rabardel (1995) de gênese instrumental.

A calculadora, por exemplo, é um objeto sem significado, a não ser que seja transformado em instrumento, conhecendo-se, assim, suas funções, as atividades em que ela pode ser utilizada, configurando-se, dessa maneira, como um instrumento útil e eficaz.

Nesse sentido, o utilizador (sujeito) deve desenvolver habilidades e competências para reconhecer situações nas quais um dado instrumento é apropriado e, em seguida, executar as situações por meio desse instrumento. Nesse processo de execução, compete ao utilizador desenvolver esquemas de utilização que podem ser repartidos em três categorias:

- Esquemas de uso – correspondentes às atividades relativas à gestão das características e propriedades específicas do *artefato*;
- Esquemas de ação instrumental – correspondentes às atividades para as quais o *artefato* é um meio de realização; e
- Esquemas de atividades coletivas instrumentais – correspondentes à utilização simultânea ou conjunta de um instrumento num contexto de atividades compartilhadas ou coletivas, respectivamente.

Desse modo, a abordagem instrumental se mostra com um grande potencial para utilização efetiva das tecnologias digitais. E devido a isso, utilizaremos a abordagem instrumental para instrumentalizar a ferramenta *Web, Ardora 7*.

## CAMINHO METODOLÓGICO

O presente trabalho tem como metodologia o Percurso de Estudo e Pesquisa desenvolvida através dos estudos de Bosch e Gáscon (2010) e Chevallard (2009). Segundo Chevallard (2009), o PEP é um dispositivo didático e metodológico com caráter investigativo. O PEP pode ser considerado como uma metodologia ativa, uma vez que permite a participação ativa do aluno, de forma investigativa e autônoma na construção do saber por meio de uma questão geratriz.

Neste contexto, apresentaremos aqui o PEP desenvolvido no módulo 3, de caráter qualitativo, levando em consideração que, de acordo Creswell (2010), a abordagem

qualitativa é considerada um meio para explorar e para entender o significado que os indivíduos ou os grupos atribuem a um problema social ou humano.

As ações dos projetos relatadas neste trabalho foram realizadas em uma escola da rede estadual, na cidade de Feira de Santana-BA, com cerca de 30 professores, na modalidade semipresencial, durante os meses de outubro a dezembro de 2019. As ações foram iniciadas após a apresentação e esclarecimentos dos projetos e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) concedido pelos professores envolvidos. Salientamos que houve a autorização das instituições da Educação Básica, as quais os professores participantes pertencem, para que os mesmos pudessem participar dos encontros presenciais do projeto.

Nesse interim, o módulo de formação que explicitamos neste artigo foi dividido em cinco etapas, a saber:

- Na primeira etapa, buscamos compreender as estratégias utilizadas pelos cursistas, diante de situações interdisciplinares, e como eles podem atuar com essas situações em sala. Para isso, respaldamo-nos nas QSC;
- Na segunda etapa, procuramos mencionar a integração de uma ferramenta enquanto instrumento em situações interdisciplinares para o ensino. Nessa fase, baseamo-nos na abordagem instrumental de Rabardel (1995);
- Na terceira etapa, almejamos integrar as atividades criadas com *software* de autoria em atividades de investigação interdisciplinar;
- Na quarta etapa, instigamos a reflexão sobre a viabilidade da inserção das ferramentas tecnológicas como contributo para o estudo interdisciplinar, considerando as contribuições africanas e as QSC;
- A quinta etapa foi destinada à construção da resposta almejada para  $Q_0$ , por meio das etapas anteriores, ou seja, buscamos respostas para a questão geratriz  $Q_0$ : “*Como propor um modelo alternativo integrado a contribuições africanas que articule a Matemática, as Ciências Naturais e a História, de modo a promover um ensino e aprendizagem efetivos?*” e a partir dela, foram desenvolvidas questões derivadas pelos participantes.

Na sessão a seguir, apresentaremos o planejamento e desenvolvimento do PEP aplicado no módulo 3, no curso formação ofertado aos professores partícipes do estudo.

## PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO PEP INTERDISCIPLINAR PARA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

De acordo com os estudos desenvolvidos, planejamos para o módulo 3 um PEP para formação para professores, tendo em vista que levantamos, na literatura e na prática dos professores, problemas docentes do tipo: Como promover um ensino de forma interdisciplinar? Como integrar tecnologias ao ensino da disciplina lecionada de forma integrada? Como integrar a Lei nº 10.639/03 – alterada pela Lei nº 11.645/08, que torna obrigatório o ensino da história e cultura afro-brasileira e africana em todas as escolas?

Diante dos problemas didáticos elencados, buscamos caminhos para compreendê-los, revelando, assim, a problemática de base para podermos propor uma problemática possibilística. Todas elas fazem parte dos problemas educacionais que integram o que Chevallard (2013) chama de problemática da didática base ou problemática de base.

Baseado nesses questionamentos e metodologias do PEP, destacamos que o sistema didático que compõe o nosso PEP foi configurado da seguinte maneira: X é grupo de professores em formação, Y são os formadores e a Q é a questão inicial, a saber, Q<sub>0</sub>: “*Como propor um modelo alternativo integrado a contribuições africanas que articule a Matemática, as Ciências Naturais e a História, de modo a promover um ensino e aprendizagem efetivos?*”

Para alcançarmos o estudo dessa questão, desenvolvemos algumas ações necessárias. A primeira foi o desenvolvimento de um módulo digital a respeito dos pontos levantados, com objetivo de proporcionar aos professores um estudo prévio dos assuntos abordados no encontro presencial.

Em seguida, no encontro presencial, iniciamos os estudos, promovendo um embasamento teórico sobre a TAD para os professores cursistas. Na sequência, abordamos a utilização de uma ferramenta *Web 2.0*, especificamente, o Ardora 7, um aplicativo *Web* utilizado para a criação de atividades, desenvolvido por José Manuel Bouzan Matanza e totalmente gratuito. O Ardora 7 pode auxiliar o professor, especialmente, naqueles momentos em que não encontramos no livro aquela tarefa que melhor corresponde ao que se deseja realizar com a turma ou para adaptar e propor situações didáticas significativas.

Após exploração do Ardora 7, apresentamos elementos sobre a Abordagem Instrumental, desenvolvida por Rabardel (1995), com o objetivo de promover a gênese

instrumental dos professores com essa ferramenta *Web 2.0*. Logo após, anunciamos a definição de uma QSC e promovemos a vivência de uma atividade por meio do uso de uma QSC.

Para isso, consideramos pertinente pontuar que as QSC podem ser entendidas como casos controversos que, para sua discussão e resolução, necessitam mobilizar não somente conhecimentos científicos, mas também éticos e políticos e que enfatizem a tomada de decisão após reflexão crítica e juízo moral sobre temas que envolvem as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (ZEIDLER; NICHOLS, 2009).

Nesse contexto, ancoramo-nos no uso das QSC com a intenção de ofertar instrumentos para que os professores desenvolvessem tarefas interdisciplinares para o ensino de Matemática por meio da ferramenta *Web 2.0*, a partir da construção de um PEP para aplicação em sua sala de aula.

Desse modo, o planejamento do PEP para o módulo 3 teve a intenção de responder a  $Q_0$  com a resposta almejada. Para isso, destacaremos os elementos que constituíram o meio didático desenvolvido pelo grupo de professores em formação e dividimos em dois tipos as questões oriundas de  $Q_0$ . As primeiras questões foram estruturadas em grupos pelos cursistas e aqui serão representadas por  $Q_i$  (onde  $1 \leq i \leq 5, i \in N$ ). As segundas questões são oriundas dos questionamentos fornecidos pelos cursistas de forma individual, denominamos por questões secundárias e serão representadas por  $Q_{ij}$  (onde  $1 \leq i \leq 5$  e  $1 \leq j \leq 5$ , sendo  $i \in N$  e  $j \in N$ ).

As respostas às questões secundárias ( $R\Diamond$ ) derivadas da  $Q_0$  nos leva à resposta almejada  $R\heartsuit$ , a qual é a resposta da  $Q_0$ . Assim, organizamos as respostas  $R\Diamond$  da seguinte forma:  $R_i$  são as respostas aos questionamentos levadas de forma grupal e  $R_{ij}$  as das questões individuais dos cursistas.

Outros elementos que compõem o meio didático (M) e ainda fornecem ferramentas para análise das respostas  $R\Diamond$  são: as obras, os livros didáticos e os dados produzidos no transcorrer do desenvolvimento do curso. Nesse texto, denominamos por  $A_1$  e  $A_{ij}$  as atividades que foram delineadas para a construção de M e para o desenvolvimento do PEP em questão, levando em consideração que, de acordo com Chevallard (2009), no PEP são tratadas todas as questões umbilicais que possam aparecer no estudo da questão geratriz/inicial  $Q_0$  (CHEVALLARD, 2009).

### DESENVOLVIMENTO DO MEIO DIDÁTICO (M)

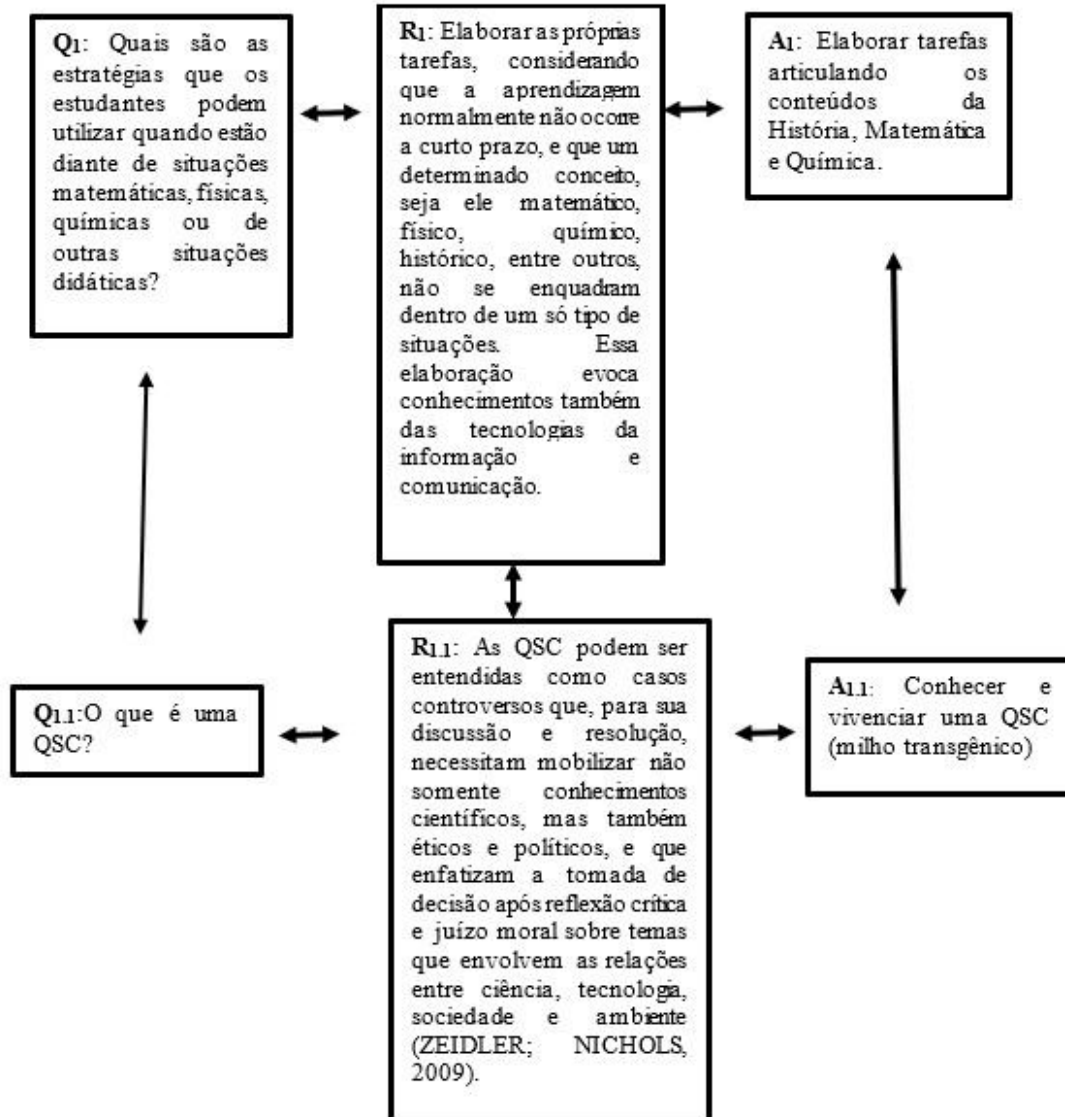
A seguir, apresentamos desenhos relacionados às etapas de desenvolvimento do PEP, aplicado no módulo 3. Destacaremos as questões derivadas levantadas pelos professores cursistas, a partir da exploração da  $Q_0$  e as suas respectivas respostas para, por fim, chegarmos a resposta almejada,  $R♥$ .

Explicitaremos também, no desenho, as  $A_i$  e  $A_{ij}$ , atividades que foram delineadas na construção do meio didático para o desenvolvimento do PEP. Nesse contexto, anunciaremos o do M a partir dos tríplexes  $(Q, R, A)$ , desenvolvido em cinco etapas, as quais constam no sistema  $S(Q_i, R_i, A_i)$  elaborado pelos formadores, e o sistema  $S(Q_{ij}, R_{ij}, A_{ij})$ , produzido pelos cursistas.

Vale salientar que esses sistemas são complementares e responsáveis pelo desenvolvimento desse PEP de formação, tendo em vista as ideias de Barqueiro, Bosh e Romo (2015), que defendem que o PEP para formação de professores se constitui como um dispositivo de formação que combina um questionamento sobre a prática docente e um questionamento teórico e, a partir disso, evoca ferramentas epistemológicas e didáticas para analisar o processo de ensino e aprendizagem.

Com base na  $Q_0$ , apresentamos, na Figura 1, as etapas e meio didático desenvolvidos, bem como as condições e restrições para o desenvolvimento desse meio.

Figura 1 – Etapa 1 do meio didático do PEP de formação: a (Q<sub>1</sub>, R<sub>1</sub>, A<sub>1</sub>) e a (Q<sub>1.1</sub>, R<sub>1.1</sub>, A<sub>1.1</sub>)



Fonte: Os autores (2021).

Nessa primeira etapa, observamos o desenvolvimento de um trabalho com os elementos iniciais da Q<sub>0</sub>, a partir de uma reflexão de interdisciplinaridade associada às contribuições africanas. Para isso, fez-se necessário abordar um tema que promovesse a integração de diferentes disciplinas às contribuições étnico-raciais. Perante o exposto, optamos por apresentar as QSC que estão integradas à corrente da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Assim, vimos as QSC como uma condição para conseguirmos construir um trabalho interdisciplinar com os professores.

Vale ressaltar também que nas inter-relações que se estabelecem entre ciência, tecnologia e sociedade – as quais têm influenciado direta ou indiretamente a vida dos cidadãos na contemporaneidade – parte-se do princípio de que todo cidadão tem o direito (*condição*) de obter conhecimentos mínimos para que ele possa tomar decisões de forma crítica sobre o papel da Ciência e da Tecnologia na sociedade contemporânea (BEDIN; DELIZOICOV, 2012). A partir dessa discussão, surge o Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), que no contexto da Educação em Ciências, visa ao desenvolvimento de uma cidadania responsável, com sujeitos críticos e capazes de lidar com problemas de aspecto científico-tecnológico.

De acordo com Santos (2007, p. 10):

Inserir a abordagem de temas CTS no ensino de ciências com uma perspectiva crítica significa ampliar o olhar sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade e discutir em sala de aula questões econômicas, políticas, sociais, culturais, éticas e ambientais.

Essa preocupação com o meio ambiente influenciou o movimento CTS a incluir na sigla a letra A, passando de CTS para CTSA, que significa Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Nesse contexto, a partir das CTSA, temos as QSC como uma proposta de grande relevância social e política para trabalhar a integração do conhecimento científico e o de senso comum dos alunos, levantando a vertente ativista e política para o PEP.

Diante do anunciado, vale salientar que, para que esse trabalho ocorresse de forma efetiva, oportunizamos aos cursistas a vivência de uma QSC, a fim de que eles conhecessem a essência da proposta e pudessem tirar suas principais dúvidas. Uma restrição levantada pelos professores foi a respeito do tempo destinado à utilização de uma QSC interdisciplinar em sala de aula. Porém, salientamos que, por se tratar de uma proposta interdisciplinar, seria interessante realizar um trabalho em conjunto com professores de variadas disciplinas, a fim de flexibilizar melhor o tempo e tornar a QSC exequível.

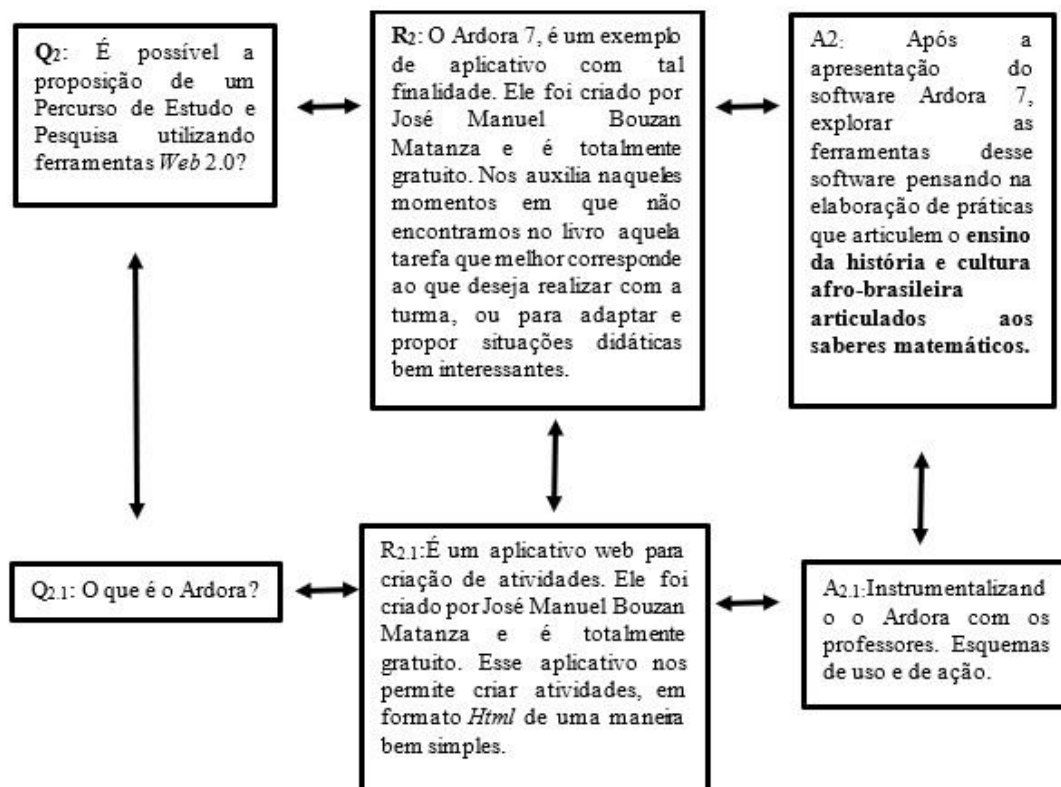
Outro ponto levantado pelos professores foram as condições para desenvolver um projeto com QSC, na escola, que permitisse trabalhar com as tecnologias, contribuições africanas e as disciplinas do currículo escolar. Ficamos muito contentes com essa reflexão feita pelos professores, pois nos permitiu, enquanto formadores, a percepção do quão rico pode ser o desenvolvimento de um projeto com essa abordagem.

Além disso, notamos que os professores participantes começaram a considerar essa Organização Didática (OD) para sua prática, uma vez que várias questões surgiram a respeito da QSC para o ensino e aprendizagem, como por exemplo: “Posso fazer uma QSC em qualquer série?”; “Como posso ter acesso a outras QSC?”; “Posso criar uma QSC? Ou elas já existem e eu, enquanto professor, tenho que adequar?”; e “Qual o tempo mínimo para desenvolvimento de uma proposta com QSC?”.

Ressaltamos, que por ter acesso ao módulo digital e já conhecer algumas estratégias utilizadas nos módulos de formação anteriores, os professores cursistas não apresentaram dificuldades para elaborar as questões derivadas e secundárias.

Dessa maneira, no tocante às OD desenvolvidas pelos cursistas, podemos destacar que os professores conseguiram compreender a essência de uma QSC, bem como o seu planejamento. A seguir, apresentamos, na Figura 2, a Etapa 2 do meio didático do PEP de formação como parte da construção do M.

Figura 2 – Etapa 2 do meio didático do PEP de formação: a  $(Q_2, R_2, A_2)$  e a  $(Q_{21}, R_{21}, A_{21})$



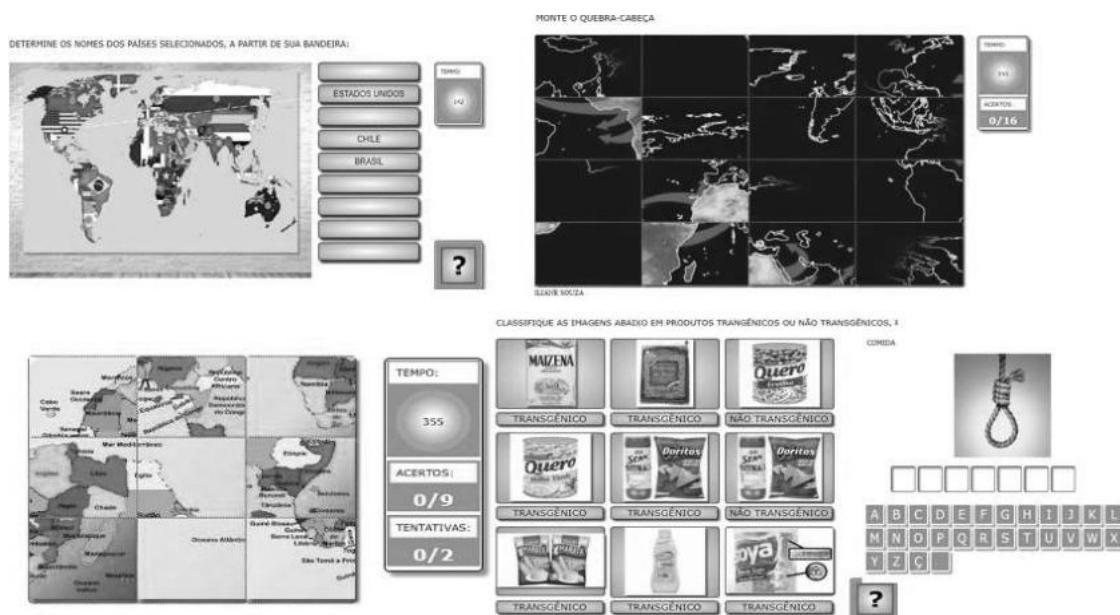
Fonte: Os autores (2021).



Nessa etapa, iniciamos o trabalho com as ferramentas *Web*, especificamente com o Ardora 7, no intuito de instrumentalizar os professores participantes na inserção de tecnologias em propostas para um ensino interdisciplinar. Optamos por trabalhar com o Ardora, pois esse aplicativo permite a criação de uma gama de atividades de diferentes formatos e áreas (GIORGI, 2007) e assim, pode permitir aos professores o desenvolvimento de tarefas interdisciplinares considerando as contribuições africanas.

Sendo assim, a primeira ação que realizamos foi o processo de gênese instrumental do Ardora 7, passando-o de artefato para instrumento. Na sequência, auxiliamos os professores a criarem seus próprios esquemas de utilização com Ardora 7 e, conseqüentemente, a construírem algumas tarefas para conhecimento do uso do *software*, conforme mostra a Figura 3.

Figura 3 – Atividades do Ardora criadas pelos participantes



Fonte: Os autores (2021).

Visto isso, podemos destacar a potencialidade do uso de aplicativos *Web 2.0* para criação de atividades interdisciplinares (*condição*). A exemplo, O Ardora 7, que foi a ferramenta que instrumentalizamos na formação, pois nos permite criar atividades em formato *html* de uma maneira bem simples, sendo indicado para apoiar o trabalho do professor.

Dentre as atividades que podem ser elaboradas por meio do Ardora 7, podemos ressaltar: jogos de palavras, atividades com imagens, com sons, atividades para relacionar, completar, classificar, ordenar, selecionar, testar, para o trabalho com unidades de medida, esquemas, cálculo, entre outras.

Ademais, acreditamos que elaborar as próprias tarefas permite ao professor adequar diferentes contextos interdisciplinares, considerando que a aprendizagem normalmente não ocorre a curto prazo e que um determinado conceito, seja ele matemático, físico, químico, histórico, entre outros, não se enquadra dentro de um só tipo de situação.

Arelada à elaboração de tarefas, as tecnologias digitais permitem ampliar as possibilidades de tarefas interdisciplinares, adequando-as aos anseios do alunado, de forma dinâmica e interativa. O uso dessas tecnologias deve ser um diferencial para as aulas, mas não devemos nos iludir com uma ideia ingênua de salvacionismo tecnológico na educação (*restrição*). Se as situações de ensino não são bem pensadas, planejadas adequadamente, de modo que o saber não se perca em meio ao uso da tecnologia, não teremos sucesso no que tange à aprendizagem dos estudantes.

No âmbito da relação pessoal do professor com os objetos do conhecimento (da Matemática, Química, História, Física e Biologia) e com a habilidade de elaborar tarefas e/ou situações didáticas interdisciplinares mediadas por tecnologias digitais, pudemos apresentar uma orientação possível que pode auxiliar o professor nessa tarefa.

Apesar de muitos professores relatarem não ter certa familiaridade com as tecnologias digitais em sala de aula, devido às (*restrições*) como formação insuficiente e ausência de uma boa infraestrutura tecnológica na escola. No entanto, os professores afirmaram que o Ardora 7 aparece como uma oportunidade mais simples para integrar as suas práticas com uso das tecnologias de forma efetiva em sala de aula, uma vez que o Ardora 7 permite a construção e realização de atividades on-line, o que oportuniza os alunos responderem as atividades fazendo uso do celular, dentro ou fora do ambiente de sala de aula.

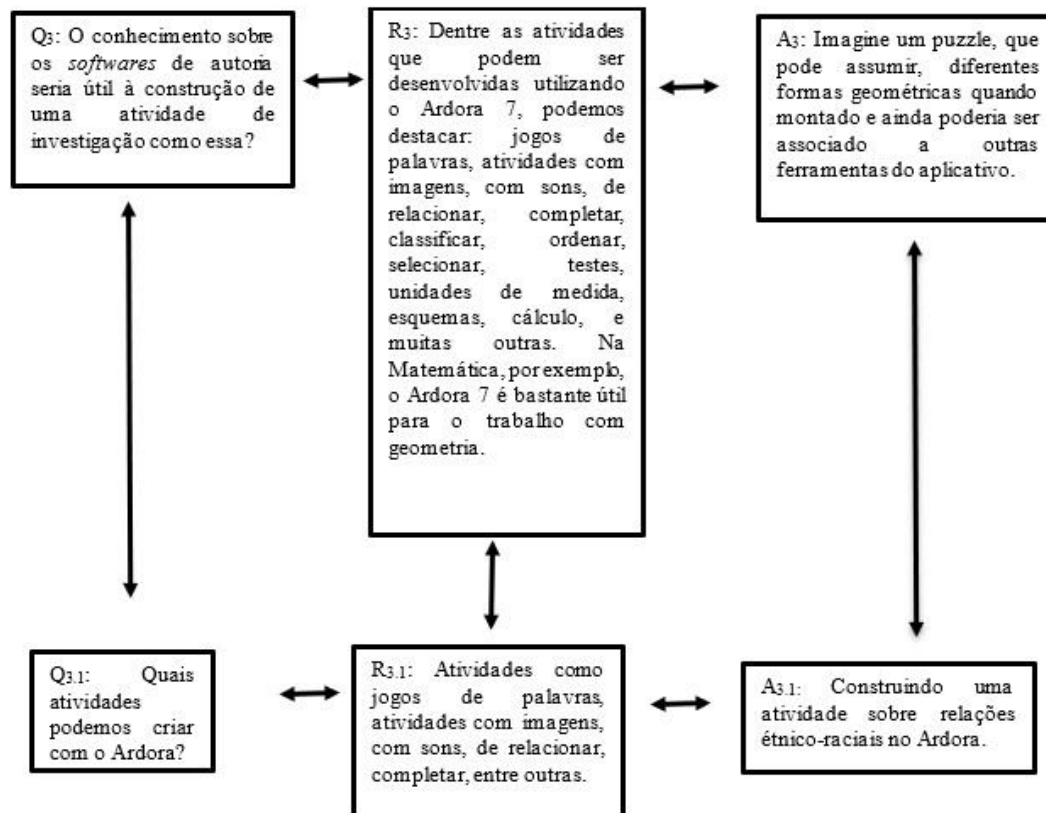
Nesse processo de formação, é válido mencionar ainda que os professores destacaram a facilidade para criar as atividades por meio do Ardora. Observe a seguir a fala de um professor sobre a ferramenta *Web Ardora*: “*O Ardora é bem fácil de ser manipulado, basta termos um banco de imagens, fotos, reportagens e até mesmo música em nosso computador*”

que criamos atividades bem criativas e interdisciplinar” (Professor A). Observamos nessa fala o destaque feito pelo professor em relação a facilidade do programa.

Outra, fala que destacamos, e que representa a opinião de outro professor sobre o Ardora é: “Gostei desse Ardora. A dificuldade maior para mim era como hospedar as atividades em um site, mas depois da explicação e do manual que temos em mãos se tornou fácil” (Professor B).

Nesse sentido, observamos que a instrumentalização do Ardora 7 pode ser considerada efetiva, uma vez que todos os professores envolvidos conseguiram elaborar tarefas simples sobre diversos temas. Assim, podemos inferir que a etapa de instrumentalização de uma ferramenta *Web* para um PEP interdisciplinar ocorreu de forma significativa. A figura 4 traz informações sobre a etapa 3.

Figura 4 – Etapa 3 do meio didático do PEP de formação: a (Q<sub>3</sub>, R<sub>3</sub>, A<sub>3</sub>) e a (Q<sub>31</sub>, R<sub>31</sub>, A<sub>31</sub>)



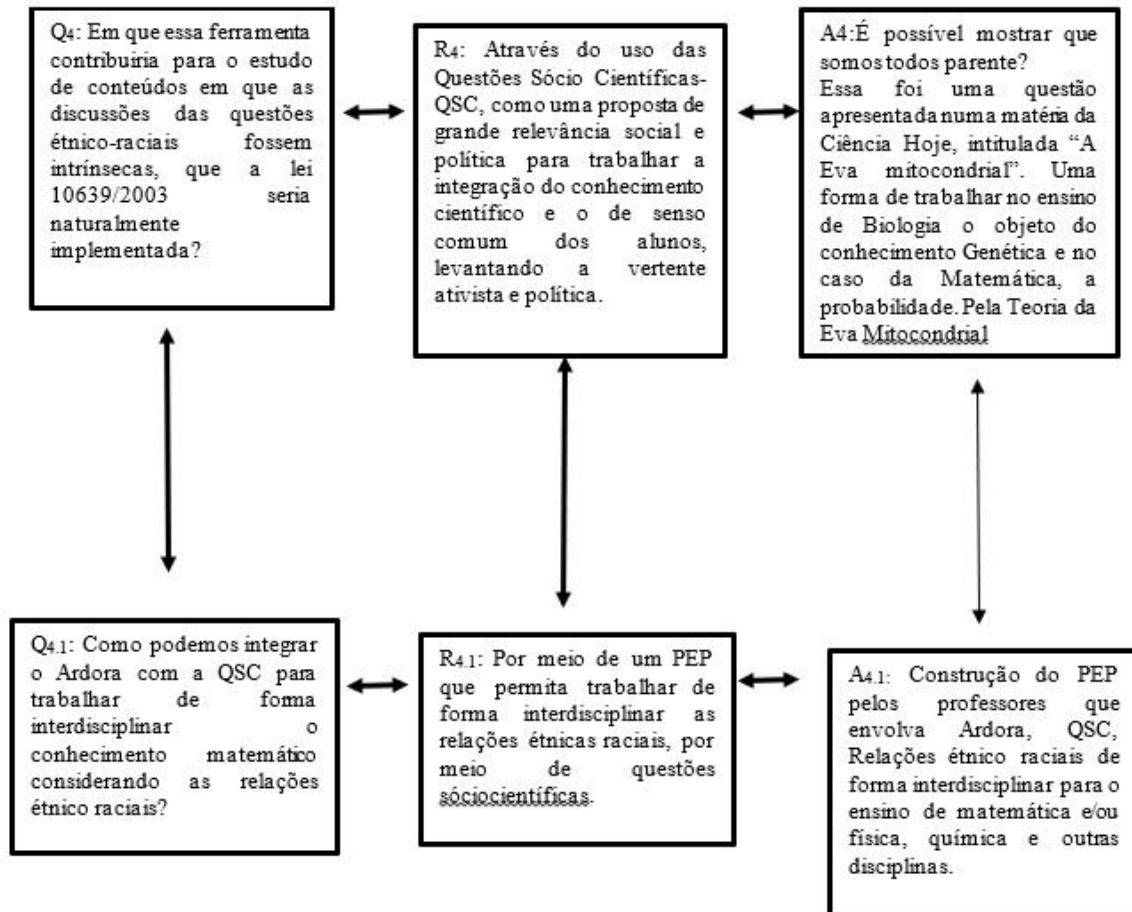
Fonte: Os autores (2021).

Nas ciências da natureza, utilizamos a possibilidade de elaborar uma atividade que combine o estudo da composição química do cabelo às questões genéticas e a uma discussão sobre identidade de quem tem melanina no cabelo, por exemplo. Essa proposta pode ser uma forma de confrontar os saberes populares com aqueles considerados científicos e questionar a natureza dos conhecimentos dessas ciências acadêmicas. Muito mais do que realizar o aproveitamento didático dos aplicativos com fins educacionais ou não, cada vez mais, somos desafiados a criar.

Diante disso, iniciamos a reflexão para a criação de atividades *Web*, considerando as contribuições africanas e relações étnico-raciais, bem como, a interdisciplinaridade. Nesse momento, inicia-se a tentativa de integração do Ardora 7 com a QSC, a fim de buscarmos caminhos para a construção efetiva da resposta a  $Q_0$ .

A primeira ação realizada pelos professores foi buscar um tema latente que trouxesse elementos étnico-raciais com o propósito de elaborar tarefas. Explicitaremos a seguir os três temas que apareceram. O primeiro, discutido no primeiro grupo de professores, foi o genocídio da população negra, pobre e periférica no Brasil. O segundo tema foi as contribuições africanas para origem da vida e do universo, sendo essa discussão levantada pelo Grupo 2. O terceiro tema anunciado foi o caso da Eva mitocondrial, a qual afirma que a mulher cujo DNA mitocondrial foi ancestral de todos os seres humanos era africana.

Baseados nos temas evocados nessa etapa, prosseguimos para a etapa 4 da formação com os professores, descrita na figura 5.

Figura 5 – Etapa 4 do meio didático do PEP de formação: a (Q<sub>4</sub>, R<sub>4</sub>, A<sub>4</sub>) e a (Q<sub>41</sub>, R<sub>41</sub>, A<sub>41</sub>)

Fonte: Os autores (2021).

Nessa etapa, partindo do princípio de que o PEP é um dispositivo didático que integra um dos modelos de aprendizagem baseada em investigação e apoiado em um paradigma de investigação e questionamento do mundo, podemos inferir que não são as respostas que movem as práticas e a aprendizagem (*condição*), mas as perguntas elaboradas pelos próprios cursistas que aceitam entrar no jogo didático de aprender pela prática da pesquisa.

Assim, parece consenso que o modelo de aula com informações “prontas” para os estudantes não surte mais efeito (*restrição*). Desse modo, faz-se urgente um modelo de educação que abra espaço para afirmação das identidades e respeite as especificidades da população negra. É salutar sobrelevar que esse discurso não é recente, é anterior à promulgação da Lei nº 10.639/2003 (*condição*), mas apesar de todos os esforços de muitos grupos que defendem a igualdade de direitos, ele continua atual e cada vez mais necessário.

Tendo em vista a proposta desse PEP de formação, fomentamos aqui discussões que tragam à tona a relevância da construção de práticas docentes a partir do uso de tecnologias digitais, com o objetivo de propor, no âmbito das ciências da natureza e da Matemática, atividades interdisciplinares, tendo a História como área disciplinar transversal (*condição*) aos outros componentes curriculares.

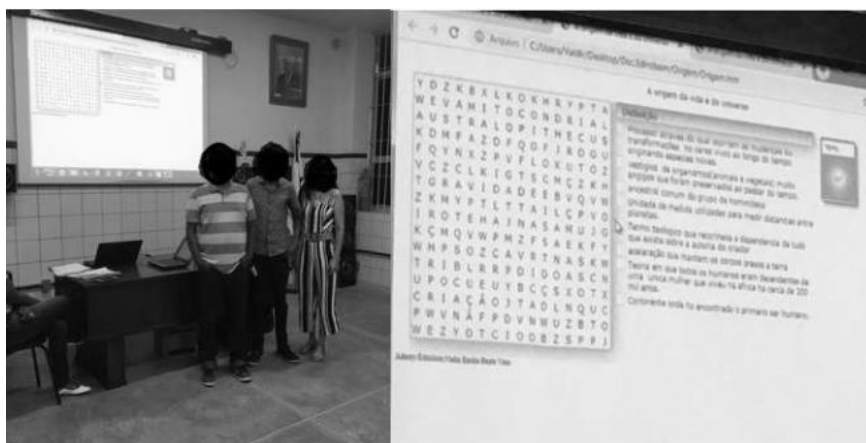
Destarte, anunciamos uma questão apresentada numa matéria da Ciência Hoje, intitulada “A Eva Mitocondrial”. Uma forma de trabalhar no ensino de Biologia o objeto do conhecimento sobre genética e, no caso da Matemática, a probabilidade. De acordo com a Teoria da Eva Mitocondrial ou Hipótese da Origem Única, os descendentes da Eva mitocondrial teriam saído da África e se dispersado pelo planeta, dominando e “substituindo” outras espécies de *Homo* existentes.

A informação anteriormente mencionada pode ocasionar perguntas do tipo: essa Eva é a mesma da Bíblia? Ela foi a primeira mulher da face da terra? Bem, essas questões são passíveis de investigação, no contexto da sala de aula. Perante esse questionamento do estudante, parte-se para o processo: estes alunos perguntam e respondem, a classe valida e o professor institucionaliza.

Ainda existem muitas perguntas a serem respondidas pela Genética e Paleontologia, no que tange à origem da vida, mas uma coisa é certa: essas não são as únicas formas de conhecer e resolver problemas relativos a essa temática.

Na etapa seguinte da formação, os professores cursistas, a partir dos temas levantados na etapa 3, refletiram sobre possíveis possibilidades de criação de atividades no Ardora 7 que se encaixassem com a proposta de desenvolvimento de um PEP interdisciplinar com contribuições africanas e das QSC e com ferramentas *Web*. Surgiram diversos tipos de atividades, como *quiz* de perguntas e respostas; quebra-cabeça sobre o tema; caça-palavras; e palavras cruzadas. Na Figura , temos a atividade de caça-palavras do Grupo 2, com as contribuições africanas para origem da vida e do universo.

Figura 6 – Grupo 2 apresentando um caça-palavras sobre a origem da vida e do universo com contribuições africanas

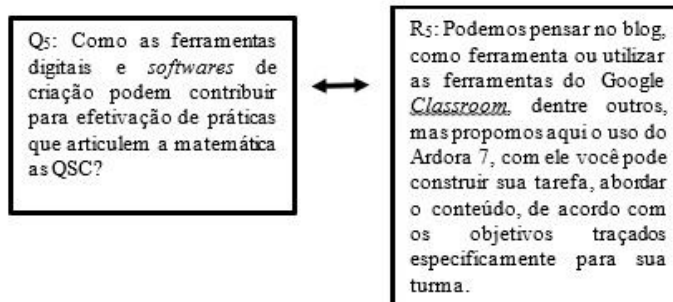


Fonte: Os autores (2021).

Observamos que o grupo construiu um caça-palavras sobre o tema 2, utilizando perguntas sobre o tema, em que as respostas seriam encontradas no caça-palavras. Essa foi uma das atividades desenvolvidas pelo grupo. Com base nisso, iniciamos a estruturação de um PEP interdisciplinar, envolvendo QSC, o Ardora 7 e as contribuições africanas de forma interdisciplinar, incluindo as disciplinas de atuação de cada professor a partir da sua participação nas atividades em grupo. Esse fato foi de grande relevância, uma vez que suscitou as discussões e as indagações sobre como integrar as mais variadas disciplinas em um PEP.

A partir dessas discussões a respeito das propostas das atividades *Web* com temas envolvendo contribuições africanas, cada grupo construiu a sua trajetória para chegar à etapa 5, que apresentamos na figura 7.

Figura 7 – Etapa 5 do meio didático do PEP de formação: (Q<sub>5</sub>, R<sub>5</sub>)



Fonte: Os autores (2021).

Nesta etapa final, apenas os formadores apresentaram a  $Q_5$  e uma  $R_5$  e foi sugerido que os cursistas elaborassem um PEP interdisciplinar (*condição*) que pudesse ser atrelado ao seu fazer pedagógico, como um elemento teórico capaz de oferecer contribuições para o processo de ensino e aprendizagem e (re)significar a prática docente. Tudo isso a partir da apresentação, discussão das ferramentas oferecidas pelo Ardora 7 e da apresentação dos elementos teóricos de um PEP, na perspectiva da produção de material curricular educativo, partindo de uma proposta multicultural, a partir da Lei 10.639/2003.

Assim, iniciaram-se as discussões em sala, que foram retomadas de forma remota pela plataforma Google Sala de Aula ou *Classroom*. Após as discussões presenciais e por meio da *Web*, os professores elaboraram PEP interdisciplinares para serem trabalhados em suas escolas, levando em consideração o uso do Ardora, contribuições africanas e QSC, com diversos temas, como, por exemplo: o vazamento de petróleo nas praias do Nordeste e os impactos para a população local que vive da pesca; a inserção do milho transgênico em muitas comunidades rurais do país; a luta pela sobrevivência e resistência das comunidades quilombolas no Brasil; entre outros.

Diante do apresentado, retomando a questão geratriz  $Q_0$  “Como propor um modelo alternativo integrado a contribuições africanas que articule a Matemática, as Ciências Naturais e a História, de modo a promover um ensino e aprendizagem efetivo?”, anunciamos a resposta  $R_{♥}$  construída pelos cursistas: “*Por meio de um PEP que permita, de forma efetiva, a integração de QSCs, com conhecimentos científicos, anseios sociais e políticos, através de ambientes tecnológicos e ferramentas, como Ardora 7, tornando assim uma aprendizagem com maior significado para os alunos*” (*Grupo de professores participantes*).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho buscou analisar o desenvolvimento de um PEP interdisciplinar, mediado por ferramentas *Web*, por contribuições africanas e por QSC, a fim de apontar possibilidades para contribuir com a bagagem praxeológica de professores, frente a situações de ensino em contextos codisciplinares. Nosso intuito foi promover um olhar interdisciplinar não somente para os professores de matemática, mas também para os das



diferentes áreas do conhecimento, de modo que eles compreendessem a possibilidade de trabalharem juntos com seus alunos, por meio de um PEP.

Nesse sentido, a partir das formações realizadas, buscamos proporcionar a compreensão da TAD pelos professores, por meio do estudo das Organizações matemáticas, históricas, biológicas, química, entre outras, além das Organizações Didáticas. Em seguida, ampliamos o olhar para compreensão das tecnologias, em especial para o Ardora 7, enquanto um instrumento integrado à construção dos objetos dos saberes trabalhados. Por fim, atrelado ao PEP, trabalhamos as QSC, no intuito de os professores compreenderem a importância de abordar os conhecimentos matemáticos, históricos, físicos, biológicos, químicos, entre outros, de forma interdisciplinar, a fim de resgatar um ensino ativo, no qual o aluno possa, de modo participativo, desenvolver os conhecimentos científicos, sociais e políticos de forma integrada, junto às tecnologias. Dessa maneira, ficam evidentes as contribuições dos objetos do saber estudados a partir de diferentes vertentes e, principalmente, as respostas aos anseios e às necessidades da comunidade envolvida.

Obtivemos como resultados da formação do terceiro módulo PEP interdisciplinares adaptados para trabalhar o ensino de matemática e de outras disciplinas na Educação Básica, integrando ferramentas *Web* coconstruídos com os docentes cursistas, o que pode viabilizar a “vida” institucional desses percursos nas escolas.

Por meio das análises realizadas, observamos que, apesar de encontrarmos algumas restrições para o desenvolvimento do meio didático, é possível elaborar propostas interdisciplinares que promovam a implementação de propostas multiculturais, aliadas aos recursos tecnológicos como ferramenta de apoio à prática docente diante de situações de ensino em contextos codisciplinares.

## REFERÊNCIAS

BARQUERO, B., BOSCH, M.; GASCÓN, J. The ecological dimension in the teaching of mathematical modeling at university. **Recherches en Didactique de Mathématiques**, v. 33, n. 3, p. 307-338, 2013.

BARQUERO, B., BOSCH, M.; ROMO, A. Mathematical modelling in teacher education: Dealing with institutional constraints. **ZDM Mathematics Education**, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0907-z>

BEDIN, C.; DELIZOICOV, N.C. Uma perspectiva problematizadora para o ensino de alimentos transgênicos. In: ANPED SUL, 9, 2012, Caxias do Sul. **Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul**. Caxias do Sul: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação – Região Sul, 2012. Disponível em: [http://www.portalanpedsul.com.br/admin/uploads/2012/Ensino\\_de\\_Matematica\\_e\\_ciencias/T\\_rabalho/12\\_46\\_52\\_2250-6661-1-PB.pdf](http://www.portalanpedsul.com.br/admin/uploads/2012/Ensino_de_Matematica_e_ciencias/T_rabalho/12_46_52_2250-6661-1-PB.pdf). Acesso em: 15 mai. 2017.

BITTAR, M. A abordagem instrumental para o estudo da integração da tecnologia na prática pedagógica do professor de matemática. **Educar em Revista**, Curitiba, v. 1, p. 157-171, 2011.

BOSCH, M. GASCÓN, J. Fundamentación antropológica de las organizaciones didácticas: de los —talleres de prácticas matemáticas a los —recorridos de estudio e investigación. En A. Bronner, M. Larguier, M. Artaud, M. Bosch, Y. Chevallard, G. Cirade & C. Ladage (Eds.) **Diffuser les mathématiques (et les autres savoirs) comme outils de connaissance et d’action** (pp. 49-85), Montpellier, França: IUFM de l’Académie de Montpellier. 2010. Disponível em: <http://www.atd-tad.org/documentos/bosch-m-gascon-j-2010-fundamentacionantropologica-de-las-organizaciones-didacticas-de-los-talleres-de-practicas-matematicasa-los-recorridos-de-estudio-e-investig/>. Acesso em: jan. 2020.

\_\_\_\_\_. La praxéologie comme unité d’analyse des processus didactiques. In: MERCIER, A.; MARGOLINAS, C. (Coords.). **Balises en didactique des mathématiques**. Grenoble, France: La Pensée Sauvage, 2005.

BRASIL. Lei 10.639, de 09 de janeiro de 2003. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2003/L10.639.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.639.htm). Acesso em: 30 nov. 2020.

\_\_\_\_\_. Lei 11.645, de 10 de março de 2008. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2008/lei/111645.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/111645.htm). Acesso em: 30 nov. 2020.

\_\_\_\_\_. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

CHEVALLARD, Y. La notion d’ingénierie didactique, un concept à refonder. Questionnement et éléments de réponses à partir de la TAD. in Margolinas et all.(org.) : In amont et en aval des ingénieries didactiques, XV<sup>a</sup> École d’Été de Didactique des Mathématiques – Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme). **Recherches em Didactique des Mathématiques**. Grenoble : La Pensée Sauvage, v. 1, p. 81-108, 2009.

\_\_\_\_\_. **La matemática en la escuela: por una revolución epistemológica y didáctica**. Buenos Aires: Libros del Zorzal, 2013.

CRESWELL, J. W. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2010. 2. ed. Porto Alegre: Bookman.

GIORGI, OSWALDO. C. **Docplayer**: Criação de Atividades Escolares com Ardora (V. 3.0)", 2007. Traduzido por Amara Pedrosa, 2007. Disponível em: <https://docplayer.com.br/4890522-Criacao-de-atividades-escolares-com-ardora-v-3-0.html> Acesso em: 30 ago. 2020.

RABARDEL, P. **Les hommes et les technologies**. Approche cognitive des instruments contemporains. 1995, Paris: A. Colin.

RUIZ OLARRÍA, A.; SIERRA DELGADO, TA A formação matemático-didática de professores do ensino médio. In: BOSCH, M.; GASCÓN, J.; RUIZ OLARRÍA, A.; ARTAUD, M.; BRONNER, A.; CHEVALLARD, Y.; CIRADE, G.; LADAGE, C.; LARGUIER, M. (Ed.). **Uma visão geral do TAD**. Barcelona: CRM Documents, 2011. p. 465-483.

SANTOS, W.L.P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, n. especial, 2007.

ZEIDLER, Dana; NICHOLS, Bryan. Socioscientific issues: theory and practice. **Journal of Elementary Science Education**, 2009. v. 21, n. 2, p.49-58.

## M-LEARNING NO ENSINO HÍBRIDO DE MATEMÁTICA: UMA PESQUISA-AÇÃO COM APLICATIVOS MÓVEIS NO IFB DE SÃO SEBASTIÃO

**Josimar Viana Silva**

Mestre em Computação Aplicada pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos/UNISINOS. Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico da Instituto Federal de Brasília/IFB. E-mail: josimar.silva@ifb.edu.br

**Lemuel da Cruz Gandara**

Doutor em Literatura pela Universidade de Brasília/UnB. Professor do Ensino Básico Técnico e Tecnológico no Instituto Federal de Goiás/IFG. E-mail: lemuel.gandara@ifg.edu.br

**Resumo:** O ensino híbrido ganhou ainda mais relevância para a educação diante dos problemas acarretados pela pandemia do COVID-19. Essa crise na saúde levou à reflexão sobre a necessidade de mudanças do modo de ensino tradicional para um que utilize as tecnologias digitais como meio de aquisição, transmissão e produção de conhecimentos. O objetivo deste estudo é apresentar os efeitos da inserção das tecnologias digitais móveis no contexto educacional e, mais especificamente, abordar o M-learning no ensino híbrido de matemática. A metodologia escolhida foi a pesquisa-ação realizada no ambiente do terceiro ano do ensino médio de uma turma do curso profissionalizante em secretariado e uma turma do curso profissionalizante em administração na forma integrada do Instituto Federal de Brasília no Campus São Sebastião (IFB/São Sebastião), em que um aplicativo de cálculo construído por alunos foi utilizado nas atividades de matemática, com consideração dos resultados. Para isso, observa-se a realidade dos alunos e professores e de que forma o ensino híbrido pode impulsionar a educação colaborativa, em que os envolvidos transmitem e produzem conhecimentos. O estudo dialoga com teóricos como Freire, Blikstein, Bacich, entre outros e destaca como essa prática pedagógica influencia o desenvolvimento intelectual e social do indivíduo.

**Palavras-chave:** Pesquisa-ação, Ensino híbrido de matemática, M-learning.

## M-LEARNING IN HYBRID MATHEMATICS TEACHING: AN ACTION RESEARCH WITH MOBILE APPS IN IFB OF SÃO SEBASTIÃO

**Abstract:** Hybrid teaching gained even more relevance for education in the face of the problems caused by the COVID-19 pandemic. This crisis in health led to reflection on the need for changes from the traditional teaching mode to one that uses digital technologies as a means of acquiring, transmitting and producing knowledge. The aim of this study is to present the effects of the insertion of mobile digital technologies in the educational context and, more specifically, to address M-learning in hybrid math teaching. The methodology chosen was the action research carried out in the environment of the third year of high school of a class of the professional secretarial course and professional administration course in the integrated form

of the Instituto Federal de Brasília no Campus São Sebastião (IFB/São Sebastião), in which a calculation app built by students was used in mathematics activities, with consideration of the results. For this, it is observed the reality of students and teachers and how hybrid teaching can boost collaborative education, in which those involved transmit and produce knowledge. The study dialogues with theorists such as Freire, Blikstein, Bacich, among others and highlights how this pedagogical practice influences the intellectual and social development of the individual.

**Keywords:** Action research, Hybrid math teaching, M-learning

*O centro da atividade escolar não é o professor nem os conteúdos disciplinares, mas sim o aluno, como ser ativo e curioso.*  
Cipriano Carlos Luckesi

## INTRODUÇÃO

As descobertas e criações de meios facilitadores da vida cotidiana podem ser vistas como uma invenção tecnológica, ou seja, um novo saber, um novo olhar, ou uma nova forma de agir em determinada situação. Elas determinam como e em que velocidade a humanidade evolui, com modos e costumes adaptados às novas condições socioculturais adquiridas ao longo do tempo. O filme *2001: uma odisseia no espaço* (1968), dirigido por Stanley Kubrick, ilustra essa ideia de forma metonímica ao vincular, com apenas um corte da edição, a descoberta do osso como instrumento de caça feita pelos homens primitivos e com naves espaciais se deslocando em viagens pelo cosmos.

Atualmente, o termo tecnologia é empregado de forma genérica para se referir a aparelhos eletroeletrônicos, seus softwares e aplicativos, que ajudam e simplificam a execução de ações diárias. Tais atividades englobam também a educação acadêmica; assim, os recursos tecnológicos que já são usados para acesso à informação, comunicação e divertimento precisam ser inseridos rotineiramente no processo de ensino e aprendizagem.

Ensinar com o apoio da tecnologia é o que se pode chamar de ensino híbrido, que é o tema central desta pesquisa. Ao se considerar as vantagens da aplicação da tecnologia no ensino, se pode ressaltar também, o conceito de M-learning ou aprendizagem móvel, ou seja, a educação praticada com o apoio de dispositivos móveis como tablets e smartphones. Esses aparelhos possibilitam a leitura e a disseminação de conteúdos em formato de texto, imagem e

som, além de permitir o acesso em diversos locais e horários, o que garante a autonomia do aluno na gestão de seus estudos, tornando o aprendizado mais interativo.

Em concordância com Oliveira e Silva (2018), se pode afirmar que: “Sabemos que o uso dessas TM<sup>1</sup> na sala de aula, não vai melhorar a educação e sim contribuir de forma estimulante para que o aluno tenha prazer em aprender e facilitar o processo de transmissão de conteúdo.” Entende-se, com isso, que a aprendizagem móvel proporciona uma interação mais atrativa e dinâmica, com respostas mais rápidas tanto por parte dos alunos, quanto pelos professores. Conforme se pode identificar ainda no trabalho de Oliveira e Silva:

no cenário educativo percebe-se que tais tecnologias influenciam de maneira que possibilita a interação entre professor e aluno, ampliando e apresentando inúmeros recursos como: aplicativos, jogos, calculadora e dentre outros, para auxiliar no processo de ensino e de aprendizagem (2018, p. 203).

A aprendizagem móvel voltou a ser debatida intensamente no universo educacional durante o ano de 2020. O fato se deu em decorrência de uma grande crise mundial na saúde, em que uma pandemia assolou rapidamente a humanidade. Tendo início no final do ano de 2019 na cidade de Wuhan, na China, um vírus, semelhante ao da gripe, chamado de Coronavírus<sup>2</sup>, provoca a doença COVID-19<sup>3</sup>. A enfermidade se caracteriza por causar sintomas que vão desde uma simples gripe até uma pneumonia grave, em que o doente apresenta dificuldades respiratórias severas, o que pode levar a óbito<sup>4</sup>.

A transmissão ocorre por contato físico com pessoas ou superfícies infectadas por gotículas de saliva do doente, portanto, é necessário o afastamento social para evitar o contágio. Essa medida vem sendo adotada em todo o mundo, causando o fechamento de comércios, templos religiosos, escolas e universidades. O fechamento das escolas colocou a

---

<sup>1</sup> Tecnologias Móveis.

<sup>2</sup> Nome atribuído em decorrência do perfil na microscopia, parecendo uma coroa. Fonte: Ministério da Saúde. <https://coronavirus.saude.gov.br/>. Acesso em 07/05/2020.

<sup>3</sup> O termo COVID-19 aparece escrito de diversas formas em múltiplas mídias (Covid-19, covid-19 e COVID-19). Para este artigo, utilizamos a grafia divulgada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e pela Universidade Johns Hopkins, nos Estados Unidos. Ademais, segundo a Fundação Oswaldo Cruz (2020), “COVID significa COrona VIRUS Disease (Doença do Coronavírus), enquanto ‘19’ se refere a 2019, quando os primeiros casos em Wuhan, na China, foram divulgados publicamente pelo governo chinês no final de dezembro”.

<sup>4</sup> Dados do Ministério da Saúde. <https://coronavirus.saude.gov.br/>. Acesso em 07/05/2020.

educação a distância em evidência, alunos de todas as idades passaram a utilizar a tecnologia para estudar.

Nesse sentido, o ensino híbrido se tornou essencial, pois os meios tecnológicos, com destaque para as tecnologias móveis, são os canais que permitem discutir a continuidade do ano letivo. Por meio da Internet, os alunos acessam as aulas gravadas ou ao vivo em seus dispositivos móveis, recebem tarefas por e-mail e via aplicativos de conversa, bem como tiram suas dúvidas pelos mesmos canais. Muitos professores utilizam recursos pedagógicos em forma de jogos e vídeos, que podem ser disponibilizados nas plataformas de ensino ou mesmo em repositórios educacionais.

Entretanto, essa realidade não atinge a totalidade de alunos. É inegável a deficiência de acesso à Internet no Brasil, muitos estudantes no país não têm acesso a computadores e muitos professores não possuem formação em tecnologias, nem o conhecimento de aplicativos educacionais. Apesar das limitações conhecidas, tais desafios não serão abordados neste trabalho.

A crise na saúde, de certo modo, acabou tornando necessária a aplicação prática do ensino híbrido com muitas de suas possibilidades, o que pode ser o início de uma nova maneira de ensinar e aprender, mais completa e enriquecedora. Nesse cenário, o objetivo do presente artigo é demonstrar os efeitos da inserção das tecnologias digitais móveis, especificamente do processo de ensino, no contexto educacional do Instituto Federal de Brasília - IFB, Campus São Sebastião.

O IFB é um dos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia que foi criado pela Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008, com objetivo de agregar à formação acadêmica a preparação para o trabalho articulando ciência e cultura, na perspectiva da emancipação humana. São Sebastião-DF é caracterizada, segundo a Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios, PDAD, uma cidade de média-baixa renda, com renda per capita um pouco maior que um salário mínimo. Segundo a mesma pesquisa, 78% dos domicílios têm telefone celular pré-pago e 62,5% deles possuem acesso à Internet com Banda Larga própria.

A realização do estudo utilizou a pesquisa-ação, que usa técnica de coleta e interpretação dos dados, de intervenção na solução de problemas e organização de ações para produção do conhecimento (BALDISSERA, 2001). Ademais, essa metodologia, consoante Thiollent (2002), vislumbra o espaço escolar como campo propício para a aplicação. Os

alunos foram capacitados e construíram um aplicativo para aprendizagem de matemática, com intuito de investigar se a associação das tecnologias móveis no processo de ensino potencializa a aprendizagem, se favorece a autonomia nos discentes e se torna o processo mais atrativo.

## ENSINO E TECNOLOGIA

O conceito de tecnologia pode ser entendido como sinônimo de evolução, pois desde a pré-história a tecnologia está presente entre os seres humanos. Em sua história, a humanidade busca constantemente novas formas de vivenciar experiências sociais com o intuito de transpor os obstáculos que possam surgir. Para esclarecer o entendimento de tecnologia, cabe citar Bandeira, 2011, quando ele aborda o teórico Álvaro Vieira Pinto<sup>5</sup>:

A obra “O conceito de tecnologia” (apresentado por Álvaro Vieira Pinto no primeiro volume sobre esse tema), aborda um homem dentro de seu processo de hominização, sob dois aspectos fundamentais: a aquisição, pela nossa espécie, da capacidade de projetar, e a conformação de um ser social, condição necessária para que se possa produzir o que foi projetado (BANDEIRA, 2011, p. 111).

Logo, o indivíduo inserido em determinado grupo social pode ser um constante produtor de algo novo, tecnológico, que possa transformar a sua realidade. O ser humano, dentro desses parâmetros, se liberta por intermédio da tecnologia, tem a capacidade de pensar e construir novas formas de vida e de convivência social e, conseqüentemente, pode recriar um ambiente que permita o bem-estar comum.

### O ensino híbrido como transformador social

Neste artigo, o ambiente social a ser explorado é o espaço escolar, com base na ideia do ensino híbrido na qual se utiliza a tecnologia atual disponível para facilitar a dinâmica de ensino e aprendizagem, oferecendo ao aluno os meios pelos quais ele poderá desenvolver o

---

<sup>5</sup> Pinto, Álvaro Vieira do volume I, O conceito de tecnologia. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005, p. 1-531.



seu potencial crítico e criativo. A intenção é colocá-lo em uma posição de construtor de conhecimentos e não só de espectador, bem como conceber o educador não mais como mero transmissor de conhecimentos, mas como um participante da dinâmica, que ensina, mas também aprende.

A forma tradicional de ensino, com a lousa e os livros, ainda é muito eficaz, porém, a prática contemporânea pede que as tecnologias sejam aplicadas em sala de aula. A sociedade já utiliza os meios tecnológicos, como computadores e *smartphones*, cotidianamente, para adquirir informação, comunicação e diversão, sendo necessário o seu uso também no campo da educação, com a finalidade de tornar o aprendiz um indivíduo livre e ativo na dinâmica do aprender, como afirma Luckesi, 1994:

A pedagogia renovada inclui várias correntes que, de uma forma ou de outra, embora admitam divergências, assumem um mesmo princípio norteador de valorização do indivíduo como ser livre, ativo e social. O centro da atividade escolar não é o professor nem os conteúdos disciplinares, mas sim o aluno, como ser ativo e curioso. O mais importante é o processo de aquisição do saber do que o saber propriamente dito (LUCKESI, 1994, p. 58).

A proposta não pretende, entretanto, derrubar o modo de ensino clássico, mas enriquecê-lo com a aplicação da tecnologia. É o chamado ensino híbrido, que parece ser a maneira de disseminação do conhecimento para o presente e futuro. Como afirma Bacich (2015): “Espaços se misturam a tempos, atividades, metodologias e públicos diversos e trazem também diferentes maneiras de ensinar e aprender. Os educadores precisam entender que o ensino híbrido veio para ficar” (BACICH, 2015). Nesse sentido, se faz oportuno estender ao ambiente educacional essa nova forma de interação social, como destaca Andelieri e Adó (2014):

A sociedade muda nas suas formas de relações e incorpora práticas utilizando tecnologias, como pagamento de contas online, compras virtuais, videoconferências, cirurgia robótica. Os ambientes escolares também sentem

o impacto dessas transformações e se faz necessário incorporar e otimizar a utilização e o conhecimento de ferramentas tecnológicas em sala de aula (ANDELIERI e ADÓ, 2014, p. 240).

Essa nova proposta de ensino tem base nas ideias de Paulo Freire, quando concebe a visão da pedagogia como forma de emancipação do ser humano. Tal pedagogia, trazida para a atualidade, usa a tecnologia como uma forma de inclusão social, quando o aprendiz se torna criador do próprio conhecimento e pode transformar o seu meio de convivência. O professor, por sua vez, tem a oportunidade de reformular a maneira de ensinar, quando conhece as tecnologias, tem domínio sobre elas e as apresenta aos alunos como aliadas do aprendizado.

Quando se utiliza as tecnologias em educação, a relação é de “ganha-ganha”, professores e alunos têm a chance de expandir os seus conhecimentos, influenciando-se mutuamente, o que se pode chamar de aprendizagem colaborativa. Nesse tipo de relação, todos trabalham em conjunto, sem distinções hierárquicas, em um esforço coordenado, a fim de alcançarem o objetivo ao qual se propuseram.

Contudo, para que esse modelo de ensino seja implementado e desenvolvido, cabe destacar a necessidade de capacitação e formação técnica/científica dos docentes, bem como a sua mudança de mentalidade, no sentido de enxergar a tecnologia como aliada na dinâmica de melhora das condições de aprendizagem. O professor deve agir como orientador dos alunos, para que eles usem os recursos tecnológicos com o máximo de aproveitamento. De acordo com Andelieri e Adó, “Os alunos precisam ser preparados para utilizar os sistemas culturais de pensamento que marcam a sociedade contemporânea, o que implica outras formas de alfabetização próprias”. (ANDELIERI e ADÓ, 2014)

O ensino híbrido conecta o ambiente escolar ao mundo real e inclui o aluno nas interações sociais mais abrangentes. Com essa aprendizagem, ele pode ser o próximo a difundir o conhecimento tecnológico, colaborando com a evolução do seu meio social.

Saber utilizar ferramentas atuais, não ter medo do fazer, do aprender, do sentir-se conectado ao mundo. Educar, portanto, é incentivar o desejo de desenvolvimento contínuo, preparar as pessoas para transformar algo, e esse algo passa por uma noção de pertencimento na trama social (ANDELIERI e ADÓ, 2014, p. 247).

De acordo com os teóricos estudados, o ensino híbrido, emancipador, precisa ser implementado o quanto antes, na intenção de gerar interatividade e autonomia para o aluno em seu caminho de aprendizagem.

### **A importância da capacitação de docentes em tecnologia**

A busca por capacitação dos docentes já existe, seja por meios próprios, viabilizada pela instituição de ensino ou por políticas públicas oferecidas pelos órgãos governamentais. Andelieri e Adó (2014) afirmam que “(...) o próprio Ministério da Educação oferece vagas no Programa Nacional de Formação Continuada em Tecnologia Educacional – ProInfo Integrado.”. No entanto, a prática do ensino híbrido ainda é pequena, o seu aumento ajudaria também na capacitação dos professores, por meio da prática.

Na pedagogia interativa, o professor precisa aprender com o movimento contemporâneo das mudanças tecnológicas, estar atento às interações existentes que fazem parte da realidade dos alunos. É perceptível que as escolas estão buscando tal inserção, mas ainda há um distanciamento entre a escola e as ofertas dos recursos tecnológicos disponíveis. Sendo assim, são necessários maiores investimentos e qualificação profissional. O ensinar como fazer, aqui, não cabe somente para os alunos, mas também a uma boa parte dos professores. Investir na formação para o uso de tecnologias com os alunos que buscam cursos de licenciatura e promover uma formação continuada ao corpo docente fazem parte de melhorias possíveis (ANDELIERI e ADÓ, 2014, p. 251).

Mesmo em escolas que têm os meios disponíveis, como laboratório de informática, por exemplo, não há o aproveitamento pleno desses recursos, eles são utilizados apenas como tela para a leitura de conteúdo e não como elementos de construção de conhecimento. Blikstein (2016) ressalta que “Geralmente, as escolas adotam computadores como ferramentas para validar subtópicos curriculares existentes – isto é, como dispositivos de informação ou máquinas de ensinar”, retornando ao ponto de partida, em que o aluno apenas assimila conhecimentos. Aqui cabe abordar Blikstein (2016) novamente:

Na maioria das vezes, esse uso passivo da tecnologia inclui o acesso unidirecional à informação (o computador como uma biblioteca eletrônica), a comunicação com outras pessoas (o computador como telefone) e a disseminação da informação a outros (o computador como lousa) (BLIKSTEIN, 2016, p. 841).

Além do e-ProInfo Integrado, o Ministério da Educação (MEC) lançou a plataforma integrada digital Educação Conectada, um espaço em que os educadores e demais profissionais do ensino têm acesso a milhares de recursos pedagógicos digitais. De acordo com o site do MEC, o canal proporciona interação entre alunos, professores, escola e comunidade.

A plataforma é aberta e destina-se a todos e todas que se interessam pela relação entre a escola e a Cultura Digital. Por ela, professores encontram conteúdos digitais que se encaixam aos objetivos das aulas, alunos complementam os estudos com recursos digitais que lhes interessem e gestores desenvolvem, junto com o coletivo da escola, ações e projetos pedagógicos com recursos digitais importantes para o seu contexto e da comunidade escolar (BRASIL, 2020).

A página é de acesso livre e permite o compartilhamento de conteúdos em redes sociais e por e-mail. Segundo o MEC, foram firmadas parcerias com universidades, no intuito de disponibilizar um maior número de recursos pedagógicos digitais.

Em 2019, o MEC formalizou a contratação de novos recursos educacionais digitais alinhados à Base Comum Curricular com a Universidade Federal do Ceará (UFC), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Federal de Goiás (UFG) e Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Em breve, haverá quase uma centena de novos recursos (BRASIL, 2020).

Além dos recursos educacionais em forma de vídeos e animações, os usuários podem se capacitar com aulas virtuais e estudo de produções científicas sobre diversos temas. Fica claro que a prática pedagógica com o apoio da tecnologia é proveitosa para todos os envolvidos. Blikstein (2016) evidencia as vantagens do uso da tecnologia no ensino. A experiência, segundo o autor, é libertadora para os docentes, pois os tira da obrigação de

“saber tudo” e os coloca em uma troca de conhecimentos com os alunos. A iniciativa é um desafio, que se torna possível com um empenho, em conjunto, de alunos, professores e poder público, podendo proporcionar ganhos consideráveis do ponto de vista social, já que o resultado será a formação de indivíduos capazes de influenciar a sua realidade social. Como afirmam Paz e Ribeiro (2012):

É preciso que as inovações tecnológicas devam ser encaradas de forma a contribuir no espaço escolar. Não podem ser vistas com olhos de reprovação ou desdém. Mudanças devem ser vistas com otimismo e principalmente aceitas e introduzidas no âmbito escolar a fim de promover a verdadeira educação a serviço do bem comum na busca de construir um futuro melhor, uma sociedade mais humana e igualitária (PAZ e RIBEIRO, 2012, p. 08).

É sabido que a realidade social brasileira é pouco favorável à implantação e prática do ensino híbrido, uma vez que o acesso aos meios tecnológicos ainda não atinge todos os estudantes, sendo necessário investimento em políticas de capacitação em tecnologia para professores e profissionais de educação, bem como ações que facilitem o acesso dos alunos aos dispositivos eletroeletrônicos e à Internet.

O investimento em políticas públicas, que assegurem condições satisfatórias de infraestrutura, recursos tecnológicos, capacitação, remuneração e segurança para que os docentes possam desenvolver seus projetos pedagógicos e de pesquisa é ainda tímido. Destaca-se também a necessidade da adequação de infraestrutura das escolas, com a finalidade de favorecer o ensino híbrido e o aprendizado móvel.

Na realidade em que se desenvolveu estudo, como abordado anteriormente, cerca de 80% da população da cidade de São Sebastião, onde se encontra o campus do IFB em questão, tem acesso à Internet por meio de smartphones. Esse fato levou à criação do aplicativo para aprendizagem móvel e à pesquisa sobre a sua eficácia no ensino, por meio de uma pesquisa-ação, levou aos resultados.

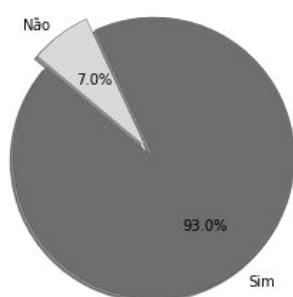
## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi desenvolvida por meio da metodologia pesquisa-ação no Instituto Federal de Brasília (IFB), Campus São Sebastião, em 2019. A experiência foi feita com

alunos do terceiro ano com uma turma do curso profissionalizante em secretariado e uma turma do curso profissionalizante em administração na forma integrada ao ensino médio. A pesquisa-ação é uma estratégia para o desenvolvimento de professores e pesquisadores de modo que eles possam utilizar suas pesquisas para aprimorar seu ensino e conseqüentemente o aprendizado dos alunos. (TRIPP, 2005).

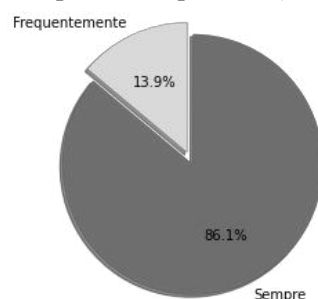
Primeiramente, para a execução da pesquisa, foram levantados dados quantitativos e qualitativos de quarenta e três alunos conforme as figuras a seguir: quantos alunos tinham *smartphone* (Fig. 1); com que frequência utilizavam os aparelhos (Fig. 2); onde acessavam a Internet com mais frequência (Fig. 3) e qual o sistema operacional dos seus *smartphones* (Fig. 4).

Figura 1. Possui *smartphone*? (43 respostas)



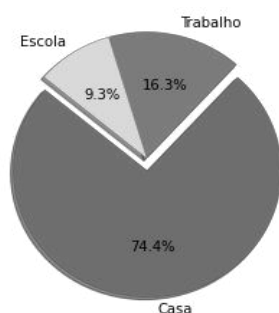
Fonte: Os autores.

Figura 2. Qual a frequência você usa a internet pelo *smartphone*? (43 respostas)



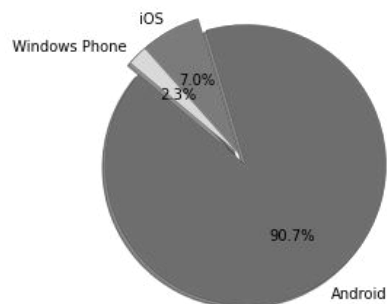
Fonte: Os autores.

Figura 3. Onde acessa a internet com maior frequência? (43 respostas)



Fonte: Os autores.

Figura 4. Qual o sistema operacional utilizado no seu aparelho? (43 respostas)

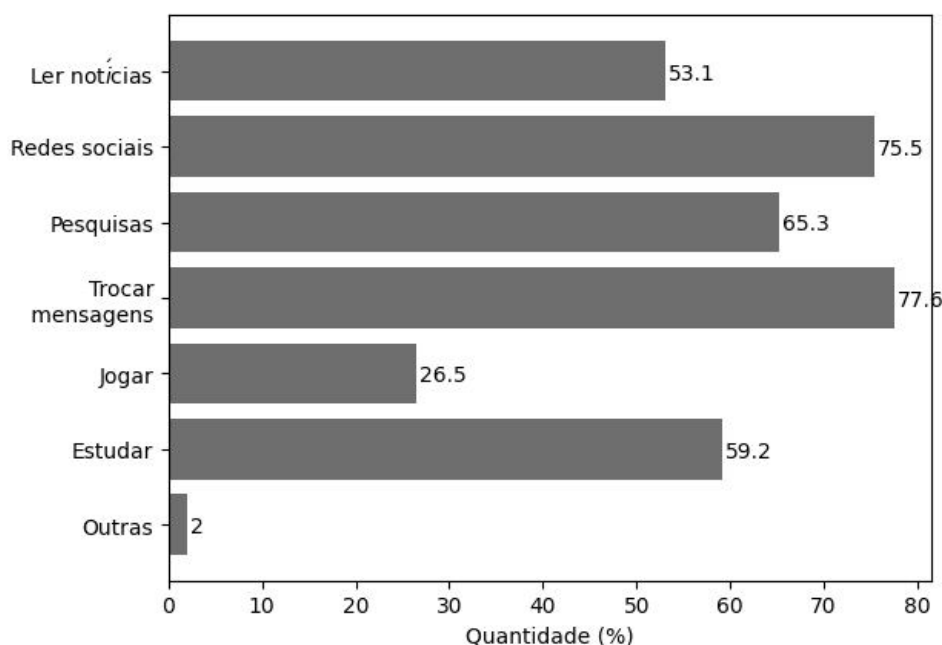


Fonte: Os autores.

A partir daí, foi possível entender que uma parte considerável dos alunos seria contemplada com a possibilidade da utilização das tecnologias móveis no aprendizado. Também foi observado que as tecnologias móveis eram frequentemente usadas pelos alunos e existia um potencial muito grande da sua utilização fora da sala de aula, sendo a mobilidade uma das características mais presentes nesse tipo de tecnologia. Por fim, detectou-se que o sistema operacional *Android*<sup>6</sup> era o mais utilizando.

Depois, os alunos, com faixa etária média de dezesseis anos, foram questionados sobre a finalidade para a qual utilizavam seus smartphones (Fig. 5) e sobre que disciplina gostariam de aprender com o apoio das tecnologias móveis (Fig. 6). Notou-se que havia uma possibilidade de utilizar mais os aparelhos para a aprendizagem de matemática, pois a disciplina é uma área de conhecimento desafiadora para muitos alunos.

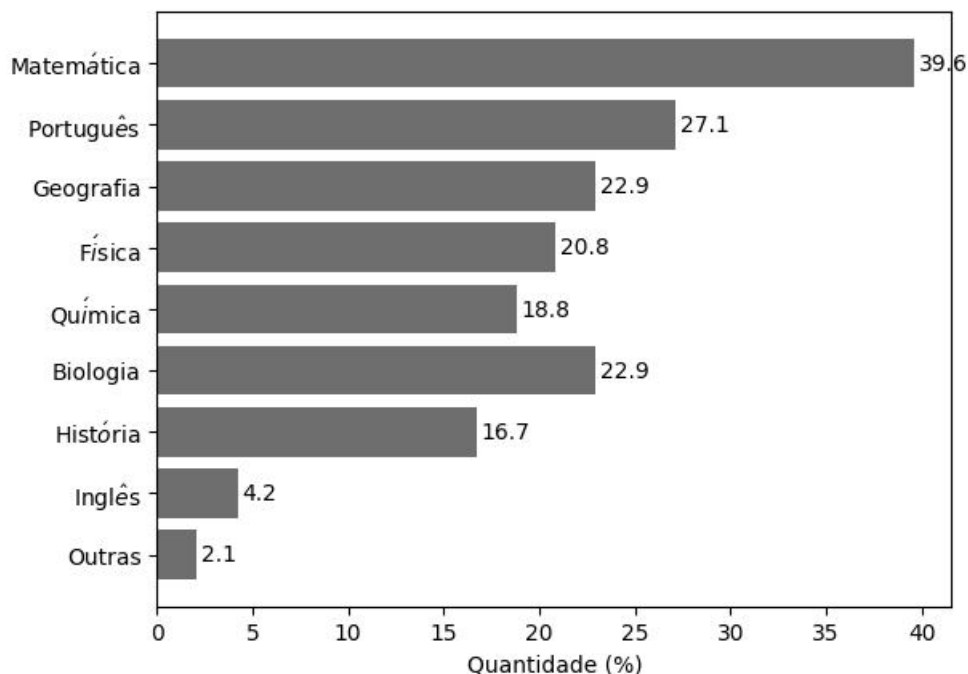
Figura 5. Para que fins você mais utiliza o *smartphone*? (43 respostas)



Fonte: Os autores.

<sup>6</sup> É o sistema operacional para dispositivos móveis desenvolvido pela Google.

Figura 6. Qual disciplina gostaria de aprender utilizando o *smartphone*? (43 respostas)

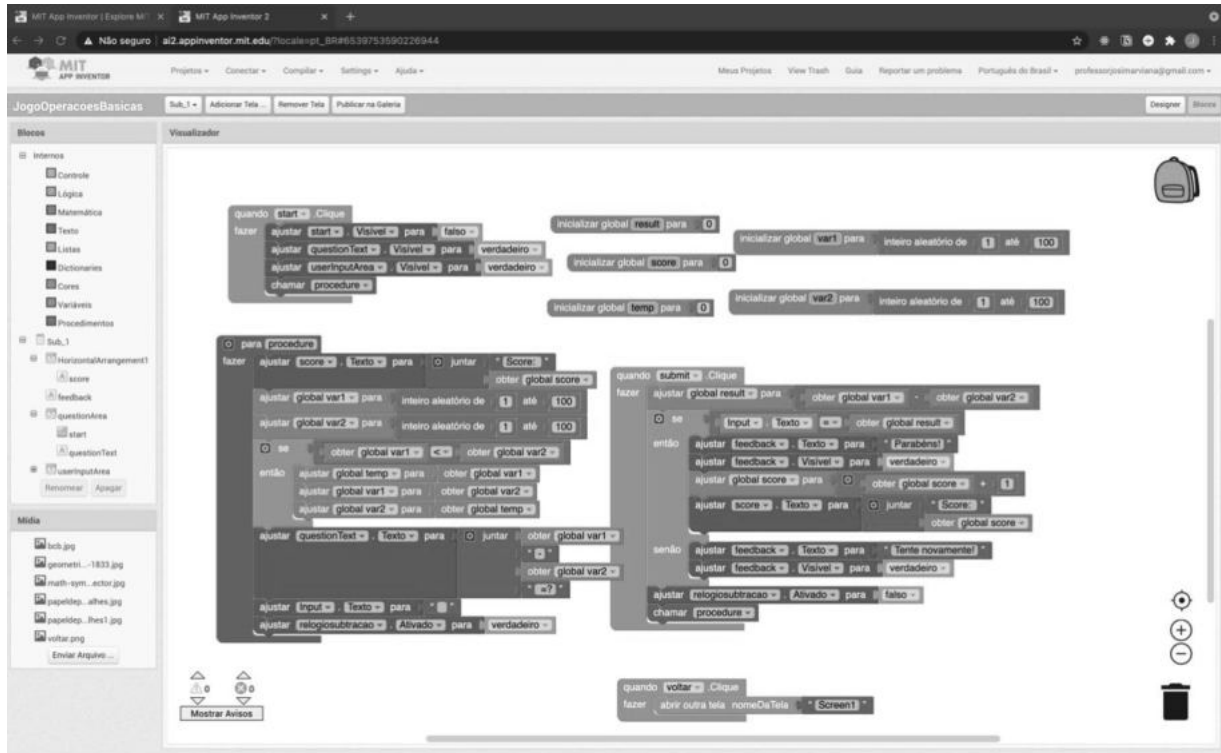


Fonte: Os autores.

Conforme os planos pedagógicos dos respectivos cursos, foi oferecido aos alunos a possibilidade de cursarem, à parte, uma disciplina eletiva de 40 horas de desenvolvimento de aplicativos. Com isso, quinze deles foram capacitados a usar a ferramenta MIT App Inventor (FINIZOLA, 2014), uma plataforma de criação de aplicativos para Android, desenvolvida pelo MIT – Massachusetts Institute of Technology em parceria com a Google. A plataforma utiliza blocos para compreensão da lógica de programação e dispensa conhecimento avançado, facilitando o aprendizado. O ambiente de programação em blocos é demonstrado na Figura 7. A iniciativa buscou estimular a interatividade e incentivar a emancipação intelectual dos alunos, fazendo deles disseminadores de conhecimentos e agentes de transformação em seu ambiente social.



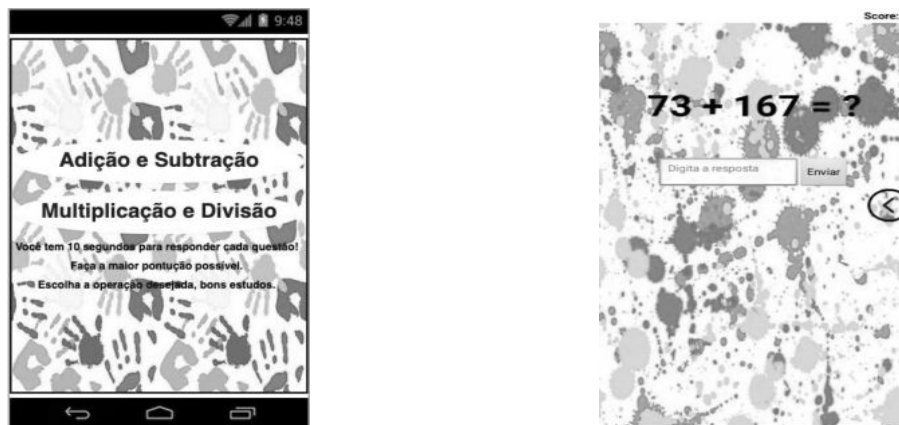
Figura 7 – Programação usando blocos



Fonte: Os autores.

Os alunos realizaram o desenvolvimento e distribuição de um aplicativo intitulado “Operações Básicas de Matemática, configurado em forma de jogo, estratégia conhecida como gamificação, em que o usuário pode aprender se divertindo e ir gradativamente testando e aumentando o seu domínio sobre as operações matemáticas, já que cada acerto gera pontos e isso estimula a vontade de buscar a superação nos alunos. A gamificação é uma estratégia para buscar o engajamento do usuário bem como para aprimorar sua experiência ao utilizar uma tecnologia (COSTA, 2015). Algumas telas do aplicativo podem ser vistas na Figuras 8:

Figura 8 – Telas do aplicativo

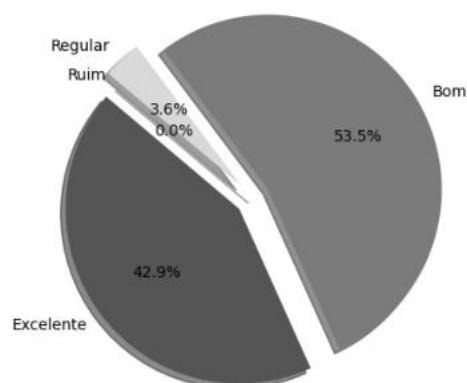


Fonte: Os autores.

O estudo se desenvolveu com olhar atento para a realidade dos alunos, sedimentou-se com base em leituras de produções científicas pertinentes e avaliação de resultados e a impressão dos discentes acerca da importância e utilização da tecnologia nas aulas foi valorizada. Após o uso, foi feita uma nova coleta de dados, com base em observações das vivências que envolveram o processo e com foco no incentivo à autonomia dos alunos durante o aprendizado.

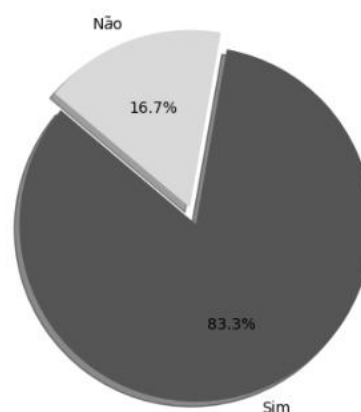
Um segundo grupo diferente do que produziu o aplicativo foi entrevistado. Foram levantados o que os alunos acharam do aplicativo (Fig. 9), o quão divertido foi seu uso (Fig. 10) e depois os participantes foram questionados se o uso de aplicativos era uma boa forma de aprender (Fig. 11) e que enxergavam, nos aplicativos, potencial para uso fora da sala de aula (Fig. 12).

Figura 9. O que achou do aplicativo? (28 respostas)



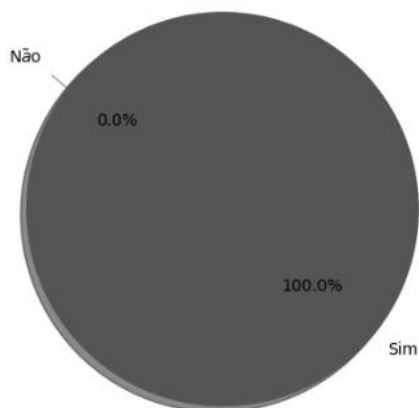
Fonte: Os autores.

Figura 10. Se divertiu enquanto usava o aplicativo? (28 respostas)



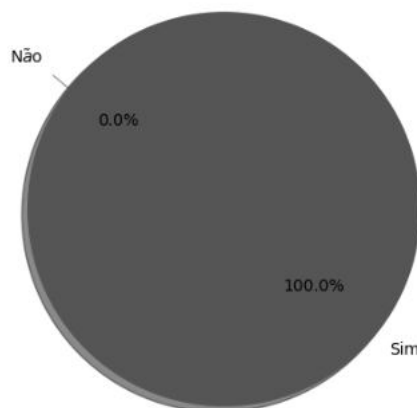
Fonte: Os autores.

Figura 11. Acha que os aplicativos são uma boa maneira para aprender? (28 respostas)



Fonte: Os autores.

Figura 12. Acha que os aplicativos educacionais poderiam ser usados fora das salas de aula? (28 respostas)



Fonte: Os autores.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como demonstrado nas figuras, a maioria dos alunos gostou da experiência de utilizar os aplicativos para o aprendizado. Também concordaram que os aplicativos podem ser formas mais atrativas de aprender e ensinar e, por fim, foi unânime a opinião de que o recurso pode ser usado fora do ambiente escolar, expandindo o alcance da escola e reforçando que a

estratégia de combinar o ensino presencial com o on-line mediado pelas tecnologias móveis é promissor.

A entrevista também trouxe uma questão aberta, nela os alunos foram orientados a dar sugestões ou fazerem críticas para o aprimoramento do aplicativo. Segundo um dos alunos entrevistados, a “disciplina com diversão é muito melhor para aprender”, outro disse que “o aplicativo é bom, pois faz o aluno pensar rápido para responder, treinando o cérebro e nos deixando menos preguiçosos”. Outros ainda pediram que a experiência fosse repetida mais vezes. Por fim, para ilustrar a construção mútua do conhecimento produzida no trabalho, um dos alunos registrou suas sugestões:

Já que o aplicativo tem a proposta de contar uma pontuação para o usuário, como se fosse um jogo, seria interessante dividir as contas em níveis de dificuldade, com uma quantidade específica de contas em cada nível, reduzindo o tempo para dar as respostas a cada dois ou três níveis. O alcance de uma pontuação mínima em cada nível liberaria o acesso para o nível seguinte. Acredito que isso poderia tornar o aplicativo mais divertido. Talvez o aplicativo poderia até apresentar estatísticas de pontuação dos usuários, para que cada usuário pudesse comparar seu desempenho com o de outras pessoas.

O processo de mudança de comportamento dos discentes, a partir da utilização sistemática, pedagógica e colaborativa da tecnologia móvel nas aulas de matemática, demonstrou que o ensino híbrido implica em repensar o ensino, traz resultados efetivos na emancipação do aluno, possibilitando, inclusive, ser ele o produtor do conhecimento.

Do ponto de vista dos docentes, muitos ainda entendem os smartphones como uma ameaça à capacidade de concentração e a autoridade do educador (REINALDO, 2016). O professor que conduziu o experimento demonstrou sua preocupação quando ao direcionamento do uso dos smartphones pelos estudantes: “Os jovens utilizam as TDICs com muitas finalidades (Fig. 6) mas necessitam ser orientados para desenvolver as competências profissionais que o mercado demanda. Eu não sou a favor da proibição do uso do smartphone na escola, eu sou a favor do uso direcionado pelo professor. O professor deve apontar e organizar o momento em que eles vão usar pedagogicamente e o momento que não vão usar. Há várias aplicações possíveis, seja uma pesquisa, o uso de um dicionário ou a construção de um aplicativo para produção do conhecimento”.

A resistência ao uso das tecnologias móveis na educação foi bruscamente quebrada por causa da pandemia do coronavírus, levou professores, alunos e sociedade, de maneira geral, a praticar o ensino híbrido. Nota-se que a prática pode potencializar a aprendizagem, favorecer a autonomia nos discentes e tornar processo mais atrativo. O desafio, que parecia distante foi colocado em prática, possibilitando o desenvolvimento de novas habilidades por parte de professores e alunos.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ensino, aliado ao uso das tecnologias – com destaque para as móveis – facilita o entendimento e a transmissão do conteúdo. Tal situação pode ser comprovada por experiência prática do autor da pesquisa em ambiente escolar de ensino médio, com o desenvolvimento e a aplicação de um aplicativo para resolução de problemas matemáticos.

Com o experimento, notou-se melhora no aprendizado e aumento no interesse dos alunos pela disciplina, bem como maior participação e interação entre a turma. Para desenvolver o aplicativo, foi feita uma pesquisa com os alunos que retratou grande interesse em se ter tal instrumento para auxílio na disciplina de matemática.

A análise mostra que a tecnologia móvel é uma boa forma de aprender e pode tornar o processo de aprendizagem mais atrativo. Com isso, as tecnologias móveis foram aliadas ao ensino da Matemática, que ainda é uma questão para a maioria dos alunos. Destaca-se que grande parte deles gostou e reconheceu que a aplicação dos recursos tecnológicos no processo de ensino e aprendizagem é benéfica. A vantagem se torna ainda mais evidente devido a atual situação de pandemia e isolamento social pelo qual passa o país em decorrência do surto da doença COVID-19. Essa situação pode acelerar ainda mais estudos e experimentos no ensino híbrido.

### REFERÊNCIAS

2001: UMA ODISSEIA NO ESPAÇO. Direção de Stanley Kubrick. Reino Unido: Metro-Goldwyn-Mayer, 1968. 1 DVD (142 min.).

ANDELIERI, Sônia, ADÓ, Máximo Daniel L. Tecnologia, educação e práticas na EJA. **Ler e escrever o mundo: a EJA no contexto da educação contemporânea**, p. 239-252, Caxias do Sul, RS: Educus, 2014.

BACICH, LILIAN; NETO, ADOLFO TANZI; DE MELLO TREVISANI, FERNANDO. **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Penso Editora, 2015.

BALDISSERA, Adelina. Pesquisa-ação: uma metodologia do “conhecer” e do “agir” coletivo. **Sociedade em debate**, Pelotas, v. 7, n. 2, p. 5-25, 2001.

BLIKSTEIN, Paulo. Viagens em Troia com Freire: a tecnologia como um agente de emancipação. **Educação e Pesquisa**, v. 42, n. 3, p. 837-856, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Educação conectada. 2020. Disponível em: <http://educacaoconectada.mec.gov.br/plataforma-integrada>. Acesso em: 26/10/2020.

CODEPLAN. **Pesquisa Distrital por Amostra de Domicílios. Estudos e Pesquisas Socioeconômicas**. Brasília, 27 de março de 2019. Disponível em: <http://www.codeplan.df.gov.br/wp-content/uploads/2019/03/S%C3%A3oSebasti%C3%A3o.pdf>. Acesso em 03/02/2020.

COSTA, Amanda Cristina Santos; MARCHIORI, Patricia Zeni. Gamificação, elementos de jogos e estratégia: uma matriz de referência. **InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação**, v. 6, n. 2, p. 44-65, 2015.

FINIZOLA, Antonio Braz et al. O ensino de programação para dispositivos móveis utilizando o MIT-App Inventor com alunos do ensino médio. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola**. 2014. p. 337.

FIOCRUZ. **Por que a doença causada pelo novo vírus recebeu o nome de Covid-19?** Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/pergunta/por-que-doenca-causada-pelo-novo-virus-recebeu-o-nome-de-covid-19>. Acesso em: 22/10/2020.

GIL, ANTONIO CARLOS et al. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas – 6ª Edição, 2017.

LUCKESI, C. C. **Filosofia da Educação**. São Paulo: Cortez Editora. 1994.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Educação Conectara. Plataforma Integrada**. Disponível em: <http://educacaoconectada.mec.gov.br/plataforma-integrada>. Acesso em: 07/05/2020.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **MEC RED. Plataforma MEC de Recursos Educacionais Digitais**. Disponível em: <https://plataformaintegrada.mec.gov.br/home#materials>. Acesso em: 07/05/2020.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Perguntas e respostas. Conselho Nacional de Educação esclarece principais dúvidas sobre o ensino no país durante pandemia do coronavírus**.

Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/busca-geral/12-noticias/acoes-programas-e-projetos-637152388/87161-conselho-nacional-de-educacao-esclarece-principais-duvidas-sobre-o-ensino-no-pais-durante-pandemia-do-coronavirus>. Acesso em: 08/05/2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Coronavírus, Covid-19. O que você precisa saber.** Disponível em: <https://coronavirus.saude.gov.br/>. Acesso em 07/05/2020.

OLIVEIRA, C. & SILVA, J. **Possibilidades pedagógicas do uso das tecnologias móveis no ensino de Matemática na perspectiva da m-learning.** Rev. BoEM, Joinville, v. 6, n. 11, p. 200-221, out 2018. Disponível em: <http://www.revistas.udesc.br/index.php/boem/article/view/11918/8966>. Acesso em: 04/05/2020.

PAZ, Maria Goretti, RIBEIRO, Flávia Martins. O ensino da matemática por meio de novas tecnologias *In: Revista Modelos. FACOS/CNEC Osório Ano 2 – Vol . 2 – N ° 2 – AGO/2012 – ISSN 2237 – 7077.* Saarbrücken: Novas Edições Acadêmicas, 2015.

REINALDO, Francisco et al. Impasse aos desafios do uso de smartphones em sala de aula: investigação por grupos focais. **RISTI-Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, n. 19, p. 77-92, 2016.

SCHMIDT, M. L. S. Participative research: Alterity and interpretative communities. **Psicologia USP**, 17(2), 11-41, 2006.

THIOLLENT, Michael. **Metodologia da pesquisa-ação.** 11<sup>a</sup>. Ed. São Paulo: Cortez, 2002.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa**, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

## UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA ABORDAR O SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

**Márcio Leandro Rotondo**

Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Uberlândia/UFU. Professor do Instituto Federal do triângulo Mineiro/UFTM. E-mail: marciorotondo@gmail.com

**Débora Coimbra**

Doutora em Física pela Universidade Federal de São Carlos/UFSCar. Professora Associada da Universidade Federal de Uberlândia/UFU. E-mail: debora.coimbra@ufu.br

**Milton Antônio Auth**

Doutor em Educação pela Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC. Professor da Universidade Federal de Uberlândia/UFU. E-mail: auth@ufu.br

**Resumo:** Esse trabalho apresenta uma sequência didática que aborda as unidades de base do Sistema Internacional de Unidades, tendo como pano de fundo o tema poluição, particularmente, a luminosa e o descarte de plástico. A proposta pedagógica é baseada na Teoria das Situações Didáticas de Guy Brousseau e foi aplicada em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio, em uma escola pública da cidade de Franca/SP. São apresentadas situações em que, partindo de problemas cotidianos por meio de investigações, os alunos estabelecem estratégias de resolução mobilizando habilidades cognitivas necessárias para fazer estimativas, quantificar, generalizar procedimentos, mas também de tomada de decisão e de negociação de significados. As situações problema foram elaboradas e desenvolvidas, alternando entre situações adidáticas e didáticas, de acordo com as cinco fases preconizadas pela teoria, que são: devolução, ação, formulação, validação e institucionalização. Os resultados apontam uma boa adesão dos estudantes na execução das tarefas e discussões, explicitados em recortes que mostram momentos de ampla utilização do raciocínio lógico. Resultante das estratégias de questionamento implementadas, pudemos identificar ao longo do processo uma crescente utilização de habilidades de argumentação, bem como da compreensão das unidades e da problemática como um todo.

**Palavras-chave:** Ensino de Física, Metrologia, Teoria das Situações Didáticas.

## A DIDACTIC SEQUENCE TO APPROACH THE INTERNATIONAL SYSTEM OF UNIT

**Abstract:** This work reports a didactic sequence to approach the basic units of the International System of Units having pollution as a background, particularly due to light and plastic disposals. The pedagogical proposal is based on Guy Brousseau's Theory of Didactic Situations and was applied to a third-year high school class in a Franca/SP public school. Starting from everyday problems, students establish decision-making, negotiation of meanings and resolution strategies through investigations, mobilizing cognitive skills



necessary to make estimates, quantify and generalize procedures. The situations were elaborated and developed switching between adidactic and didactic situations according to five phases recommended by the theory, i.e., devolution action, formulation, validation and institutionalization. The findings pointed out a strong adherence of students to tasks and discussions, identified in excerpts that show wide usage logical reasoning. As outcome of the questioning strategies implemented, we were able to recognize, throughout the process, an increasing use of argumentation skills, as well as an understanding of the units and the problem as a whole.

**Keywords:** Physics Teaching, Metrology, Theory of Didactical Situations.

## INTRODUÇÃO

O Sistema Internacional de Unidades (SI) foi criado na 11ª Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM), no ano de 1960. Na atualidade, é um sistema prático, coerente e mundialmente aceito nas relações internacionais, no ensino e nas pesquisas científicas (SBM/SBF, 2019). Historicamente, a consolidação do sistema métrico foi, sem dúvida, um passo qualitativo rumo à racionalização, pela unificação das unidades de medida, e uma grande conquista para uma linguagem universal. Diversos foram os esforços para a padronização, passando por acordos internacionais e a construção de protótipos, as materializações para o metro e para o quilograma (Le Grand K), e desenvolvendo novas tecnologias que passariam a integrar os padrões internacionais de comprimento e de massa. Esse conjunto de decisões e ações permitiu harmonizar, ao longo do tempo, as transações comerciais, as trocas de informações entre os cientistas e facilitou a confecção de peças e componentes para as indústrias (COSTA-FÉLIX e BERNARDES, 2017; KNOTTS, MOHR E PHILLIPS, 2017). São sete as unidades de base que compõem o SI: o metro (comprimento), o segundo (tempo), o quilograma (massa), o ampere (corrente elétrica), o kelvin (temperatura termodinâmica), o mol (quantidade de substância) e a candela (intensidade luminosa).

Na 26ª CGPM, em novembro de 2018, foi instituído que essas sete unidades deveriam ser definidas através de constantes físicas universais e não mais de protótipos, uma vez que esses objetos físicos podem ser danificados pela manipulação humana ou mesmo pela ação do tempo. Além do mais, a utilização dessa forma de definição permite que a indústria e a ciência consigam evoluir na qualidade das medições, reduzindo, assim, os níveis de incerteza nas medidas. Essa maior precisão passou a valer a partir de 20 de maio de 2019. Esse

desenvolvimento foi essencial para o avanço da sociedade, que atualmente demanda padrões de medida cada vez mais precisos. Logo, isso impacta a educação escolar, por se tratar de um assunto relevante para a formação básica dos cidadãos.

No que tange ao ensino de Física, as implicações dessas mudanças nas definições de algumas unidades de medida são consideravelmente mais abstratas, visto que os estudantes devem entender o significado geral das constantes físicas e dos contextos em que essas se encontram inseridas. Para tanto, foi elaborada e desenvolvida uma sequência didática para abordar a padronização de medidas das unidades de base do SI e a operacionalização destas através das problematizações e da resolução em grupo de situações problema.

A motivação inicial para a elaboração dessa sequência foi a constatação quanto à carência de atividades contextualizadas e à negligência dada ao assunto nos livros didáticos. Além disso, as unidades de medidas figuram, usualmente, como critério de atribuição de pontuações em avaliações na prática de muitos professores de Física dos diferentes níveis de ensino.

Pensando em um ensino no qual o estudante é o agente da estruturação do seu próprio pensamento, a sequência foi inspirada na Teoria das Situações Didáticas (TSD) de Guy Brousseau, que preconiza a construção da aprendizagem vinculada a problemas associados à realidade do aluno, a exemplo da poluição. Consideramos esse tema, problematizando a utilização excessiva e sem planejamento do plástico para a quantificação de massa, tempo e comprimento. A curiosidade quanto ao funcionamento da balança utilizada para averiguar a massa, motivou sua desmontagem. A observação cuidadosa e dirigida das partes constituintes permitiu a articulação do seu funcionamento às unidades elétricas e, posteriormente, de medida de temperatura. Na mesma perspectiva, abordamos o problema da poluição luminosa para discutir a unidade de intensidade luminosa e realizar um estudo da distribuição dessa no espaço, considerando o poder de iluminação das modernas lâmpadas LED (*Light Emitting Diodes* – diodos emissores de luz).

Considerando a sequência didática proposta, espera-se destacar a poluição como um dos maiores problemas enfrentados na atualidade. Visa, também, aguçar a capacidade de posicionamento crítico dos alunos e, associar a educação ambiental aos conceitos físicos relacionados à noção de escala, de espaço e de tempo.

A sequência, desenvolvida em seis encontros de duas horas-aula cada, no primeiro semestre de 2019, numa turma de 23 alunos do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública do município de Franca/SP, contemplou atividades experimentais, estudos dirigidos de textos, exibição e análise de vídeos e documentário, exposições dialogadas. Na próxima seção, discorreremos sobre algumas publicações nacionais e internacionais, que apresentam propostas para o ensino do SI e o que muda com a nova padronização.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Considerando a existência de inúmeras justificativas práticas e pedagógicas, segundo as quais sistemas de unidades são mais adequados ou inadequados para a verificação e análise de inferências, Hsu e Hsu (2012) discutiram e revisaram as unidades básicas do SI, incluindo definições para cada uma das sete em termos de uma única unidade. Considerando o sistema de unidades naturais (aquele que iguala a velocidade da luz e a constante de Planck reduzida a 1), os autores classificam a dependência das constantes universais em relação às unidades como dependentes ou não das mesmas. Os autores concluem que as unidades naturais encerram um significado físico profundo, não constituindo mera conveniência de cálculo; além disso, as classificadas como independentes das unidades são verdadeiramente fundamentais, no sentido de terem valores que manifestam características inerentes do universo.

Knotts, Mohr e Phillips (2017) explicam o novo SI, justificando as mudanças, e propõem um programa de estudos para uma transposição didática que privilegie os fenômenos que subsidiam as novas definições, como o Efeito Hall Quântico, o Efeito Josephson, o desdobramento hiperfino e as medidas de temperatura, de recuo de átomos e de espaçamento em redes cristalinas. Sugerem para os professores do Ensino Médio, ainda nesse itinerário, um aprofundamento no conhecimento da história das unidades e da determinação das constantes físicas. Dincer e Osmanoglu (2018) investigaram o conhecimento e as dificuldades dos futuros professores de ciências (73 participantes, 55 mulheres e 18 homens de uma universidade turca, no ano acadêmico 2016-2017) em relação às conversões de unidades métricas de comprimento, área, volume e massa, utilizando um teste padronizado. A baixa performance identificada foi considerada resultado preocupante pelos pesquisadores,

particularmente a utilização de prefixos como giga e nano, frequentemente utilizados nos aportes tecnológicos atuais. Giunta (2019) expõe implicações da revisão das unidades de base do SI para o ensino de Química, considerando aspectos relativos às incertezas experimentais.

Alves e Granjero (2018) catalogaram Recursos Educacionais Abertos (REA), realizando o levantamento de todos os recursos educacionais relacionados no Banco de Objetos Educacionais (BIOE) a partir da pesquisa dos termos metrologia, medição e unidade de medida, além da pesquisa por materiais no site do INMETRO. Os autores identificaram recursos digitais disponíveis para uso imediato, destacando a importância de bancos e plataformas digitais que contém materiais educacionais exclusivos para a disseminação de informações científicas e para aprimorar as categorias de classificação desses materiais.

No âmbito nacional, Godoi e Figueirôa (2008) propõem um plano de ensino interdisciplinar de cinco aulas como contraponto à abordagem pautada na memorização e na conversão de unidades corriqueiramente presente nas escolas. As autoras destacam que o SI resultou de um processo histórico de negociação de significados e contextualizam a adoção do sistema métrico decimal no país, subsidiadas na literatura pertinente, com ênfase para a rejeição aos novos padrões expressa no episódio da Revolta do Quebra-Quilos ocorrida em Pernambuco, em 1874, que adiaría a implementação do sistema no Brasil do Segundo Reinado. Dentre as atividades, recomendam a realização de um levantamento, pelos estudantes, de padrões de medidas não convencionais utilizados no cotidiano, como o empregado na venda do pão francês, que a partir de 2006 passou a ser vendido por quilograma, ao invés de unidades. Essas autoras sugerem, ainda, visitas virtuais aos sites dos museus do INMETRO e do IPEM (Instituto de Pesos e Medidas do Estado de São Paulo).

Souza et al (2012) abordam a origem e a importância das medidas de grandezas no Ensino de Física para o Ensino Médio e as habilidades preconizadas no Parâmetros Curriculares Nacionais para esse nível. Eles analisam a articulação conjunta de vídeos, simulações e aulas experimentais implementadas junto a uma turma de primeiro ano de uma escola pública de Ouro Preto/MG. Na mesma perspectiva dos trabalhos anteriores, Brito (2015) explora, junto a uma turma de primeiro ano de uma escola pública de Boqueirão/PB, a importância das medidas na história da humanidade e a relação das unidades com outras usadas no cotidiano dos alunos. Corrêa (2015) detalha como o conhecimento do Sistema Métrico Decimal foi difundido no Pará e como este foi introduzido nos currículos à época.

Damaceno et al (2018) elaboram, para fins didáticos, o experimento denominado Balança de Watt utilizado para padronizar a unidade de massa.

Ainda, os autores desse trabalho analisaram os livros de Física aprovados no Programa Nacional do Livro Didático de 2018 (ROTONDO e COIMBRA, 2020), considerando o primeiro volume de cada coleção, usualmente indicado para o primeiro ano do ensino médio. Duas das doze obras aprovadas contemplam adequadamente os itens selecionados como critério de análise, a saber: se há um capítulo ou seção específica abordando o SI; se as ilustrações estão articuladas com o discurso textual; se há a proposta de atividades experimentais e, ainda, a quantidade de exercícios propostos. Quanto à sugestão de experimentos, considerados pelos autores essenciais para a compreensão da importância da precisão e da padronização das medidas, está presente em sete das obras. Quatro livros não apresentam exercícios e, nos demais, os exercícios (em torno de uma dezena) contemplam conversão de unidades, incerteza nas medidas e Algarismos significativos. Quatro obras não apresentam ilustrações coerentes, aparecendo de forma escassa nas demais.

Em relação à presença da unidade candela nos exemplares do terceiro volume dessas mesmas obras, apenas uma delas (GASPAR, 2016) faz referência à unidade no Manual do Professor, nos comentários e orientações do Capítulo 6, que aborda potência elétrica, associação de resistores e resistividade. No início desse capítulo, o autor apresenta dois modelos de lâmpadas incandescente, destacando a importância histórica dessa invenção. No Manual do Professor, o autor cita a vela como medida da iluminação que as lâmpadas produzem e comenta sobre a candela, como a unidade de medida de intensidade luminosa no SI. Associa, também, a ilustração de uma lâmpada incandescente brilhante como uma ideia genial, amplamente difundida.

No que tange à dinâmica de elaboração e desenvolvimento da sequência, recorreremos à Teoria das Situações Didáticas (TSD), desenvolvida por Guy Brousseau, uma vez que essa possibilita ao professor provocar rupturas em relação ao conhecimento cotidiano que o aluno traz previamente para a sala de aula, fazendo com que os mesmos transcendam o fato, a intuição, o empírico (BRUM e SILVA, 2016).

Segundo Pinto (2000), na perspectiva epistemológica, a TSD é um direcionamento para a matemática da noção de obstáculo proposta por Bachelard (1996). O autor aponta que os professores de ciências,

Não levam em conta que o adolescente entra na aula de física com conhecimentos empíricos já constituídos: não se trata, portanto, de adquirir uma cultura experimental, mas sim de mudar de cultura experimental, de derrubar os obstáculos já sedimentados pela vida cotidiana (BACHELARD, 1996, p. 23).

Nesta perspectiva, sobre a noção de obstáculo epistemológico, Bachelard (1996) afirma que este aparece no âmago do próprio ato de conhecer, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos – podendo ser a causa de inércia e de regressão em busca do conhecimento. Para ele, a noção de obstáculo epistemológico pode ser estudada no desenvolvimento histórico do pensamento científico e na prática da educação. Neste âmbito, vale salientar que “o obstáculo aparece no momento da constituição do conhecimento sob a forma de um “contrapensamento”; posteriormente, como “parada do pensamento”, isto é, como uma resistência ou inércia do pensamento ao pensamento” (JAPIASSU, 1986, P. 36).

Brousseau retoma essa ideia de Bachelard ao evidenciar que os obstáculos didáticos surgem por alguma ação educativa, didática ou do sistema educativo, ou seja, uma ação do professor que possibilite uma interpretação errada como consequência das relações escolhidas para serem trabalhadas com um determinado conceito (BRUM e SILVA, 2016). Contudo, é importante ressaltar a necessidade de identificar os obstáculos, como ação intencional do professor, para, posteriormente, preparar sequências que propiciem a superação daqueles.

Assim, a TSD tem como propósito criar situações que abordem um obstáculo conhecido, em relação a um conhecimento específico, o qual gere a necessidade de desenvolver ou construir novos conhecimentos (JESSEN e WINSLOW, 2017). Essas situações são modeladas por um ou mais sistemas que determinam um conhecimento ou um saber, uma vez que:

Uma situação é caracterizada em uma instituição por um conjunto de relações e de papéis recíprocos de um ou vários sujeitos (aluno, professor, etc) com um *milieu*, visando à transformação deste *milieu* segundo um projeto. O *milieu* é constituído de objetos (físicos, culturais, sociais, humanos) com os quais o sujeito interage numa dada situação (BROUSSEAU, 2010, p. 2, tradução nossa)

Desta forma, o professor tem a responsabilidade de propor situações que propiciem aos alunos o aprendizado, pois ele seleciona o *milieu* e elabora os problemas, os quais devem levar ao envolvimento dos alunos em sua resolução. Segundo Brousseau (1997, p. 49), o problema escolhido deve ser aceito como um problema na perspectiva dos alunos, de modo a levá-los a refletir, falar e agir, a evoluir por si próprios.

Nesse contexto, o *milieu* é parte importante do processo, pois é o meio/instrumento com o qual o aluno interage para obter novos conhecimentos. Consiste no conjunto formado pelo problema, pelos conhecimentos prévios dos alunos e artefatos como papel, caneta, régua, calculadora, os aplicativos e softwares, etc. Assim, segundo Brousseau,

o aluno aprende adaptando-se a um *milieu* que gera contradições, dificuldades e desequilíbrios, e não como sociedade humana. Este conhecimento, o resultado da adaptação do aluno, manifesta-se por novas respostas que proporcionam evidências de aprendizagem (2002, p. 30).

Para Almouloud (2014), o *milieu* deve ser munido de intenções didáticas, caso contrário será insuficiente para permitir a a aprendizagem de conhecimentos ao aprendiz. Enquanto os alunos estão engajados no problema e exploram o *milieu*, sem a interferência do professor, está caracterizada uma situação adidática. Quando o professor interage explícita e intencionalmente com os alunos, objetivando promover uma aprendizagem específica, a situação é dita didática. De acordo com Azevedo,

A classificação das situações em didática e adidática não traz juízo de valor. Pode-se dizer que ambas as situações são importantes já que têm funções diferentes. A alternância de situações didáticas e adidáticas pode ajudar a atingir um número maior de alunos de uma classe, uma vez que não se consegue envolver todos os alunos o tempo todo (2008, p. 40).

As situações de ensino são organizadas em cinco fases interligadas: devolução, ação, formulação, validação e institucionalização. A primeira fase é a devolução, o ponto de partida, o momento em que o professor apresenta o problema e explica as regras para resolvê-lo. Nesta fase, é importante ter certeza de que os alunos entenderam as regras e são capazes de se envolverem nas atividades pretendidas (JESSEN e WINSLOW, 2017). Também é importante que o problema proposto seja de interesse dos alunos, ou seja, que atinja a maioria.

Já a segunda fase é a da ação, na qual os alunos participam de forma autônoma sobre o problema e o conhecimento e manifestam suas decisões e ações sobre o *milieu*. Nesta fase adidática os

alunos vão elaborar hipóteses para a resolução do problema. O *milieu* tem que ser rico para apoiar o desenvolvimento de alguns conhecimentos pessoais dos alunos sobre o problema a resolver (JESSEN e WINSLOW, 2017). Na terceira fase, a formulação, os alunos vão apresentar o que fizeram na fase da ação, ou seja, as hipóteses e os procedimentos adotados. Sendo assim, “a formulação de um conhecimento corresponderia a uma capacidade do sujeito de retomá-lo (reconhecê-lo, identificá-lo, decompô-lo e reconstruí-lo em um sistema linguístico)” (BROUSSEAU, 1997, p. 7, tradução nossa). O objetivo da fase da formulação é a troca de informações e a comunicação.

Na quarta fase, denominada validação, os alunos testam suas estratégias ou hipóteses contra o *milieu*, ou seja, nesta fase eles verificam se as estratégias utilizadas são viáveis ou se precisam de outra estratégia. “É aquela cuja solução exige que os agentes estabeleçam juntos a validade do conhecimento característico dessa situação” (BROUSSEAU, 2010, p. 3). Por fim, a quinta fase, a institucionalização, é aquela em que o conhecimento pessoal é articulado ao conhecimento institucional. Nesse ínterim, Brousseau (1997, p. 8) destaca que “o levar em conta oficial pelo aluno do objeto do conhecimento e pelo mestre da aprendizagem do aluno é um fenômeno social” e, ainda, “esse duplo reconhecimento é o objeto da institucionalização”.

## METODOLOGIA

A sequência didática, concebida segundo a TSD, organizada em seis encontros de duas horas/aula cada, foi aplicada numa turma de 23 alunos<sup>1</sup> do terceiro ano do ensino médio, do turno matutino, de uma escola pública da cidade de Franca/SP. Trabalhamos as unidades de base do SI, cada uma estruturada de acordo com as cinco fases (devolução, ação, formulação, validação e institucionalização).

No primeiro encontro problematizamos o tema Poluição, que consistiu em leitura e discussão de textos sobre o descarte do plástico nos oceanos. A escolha desta temática se deve ao fato do lixo e da poluição constituírem sérios problemas a serem enfrentados no Século XXI. Ainda, nesse encontro, abordamos a padronização da massa e comprimento: relativo à fase da devolução, foram apresentadas aos alunos três pilhas de folhas de papel A4, brancas, com diferentes densidades, e foi perguntado: qual a diferença entre elas?

---

<sup>1</sup> Todos os pais assinaram o termo de consentimento, permitindo a participação na pesquisa.



A situação problema foi proposta através da questão geradora: como é possível medir a massa de uma folha de papel? Desta maneira, na fase da ação, os estudantes, em pequenos grupos, montaram suas estratégias e/ou esquemas para medir a massa de uma única folha de papel e, na fase seguinte, a formulação, os grupos as apresentaram aos demais alunos da turma. Já na validação, os grupos fizeram os testes, utilizando uma balança digital comercial de cozinha. Por fim, na fase da institucionalização, o professor resumiu os pontos principais e finalizou com a resolução do problema utilizando os conhecimentos construídos durante as fases (cotidiano e científico). O Quadro 1 relaciona as questões geradoras das fases de devolução de cada encontro **E** ao seu *milieu*.

Quadro 1 – Questões da fase de Devolução

<b>E</b>	<b>Questão Geradora da Fase de Devolução</b>	<b><i>Milieu</i></b>
1	Como é possível medir a massa de uma folha de papel?	Folhas de papel de diferentes densidades e balança.
2	Qual é a massa de plástico contida em um pacote de absorvente higiênico?	Pacote de absorventes higiênicos e balança.
3	Qual é a quantidade de plástico proveniente de absorventes higiênicos descartados durante a vida fértil de uma mulher (aproximadamente 30 anos)? Qual é a quantidade de plástico proveniente de absorventes higiênicos descartados pela população feminina, em idade fértil, residente no município de Franca/SP, no período de um ano?	Dados do IBGE da população de Franca/SP e calculadora.
4	Como é feita a calibração de uma balança?	Balança desmontada, papel milimetrado e régua
5	Como é feita a calibração de uma escala termométrica?	Papel milimetrado e régua.

6	Por que utilizamos iluminações diferentes e disposições/altura diferentes em cada ocasião? O que acontece ao sobrepormos duas ou três cores?	Imagens reais de iluminação de alguns pontos da cidade de Franca/SP Lâmpadas RGB de LED
---	---	--

Fonte: O autor (2019).

Tendo em vista a questão do segundo encontro (Quadro 1), os alunos, em pequenos grupos, montaram estratégias ou esquemas para medir a massa de plástico contida em um pacote de absorvente higiênico, apresentando na realização das fases seguintes, a formulação e a validação, suas estratégias e hipóteses, as quais foram testadas utilizando o *milieu* e uma balança digital de cozinha. Por fim, na fase da institucionalização, o professor resumiu as ideias e os resultados dos grupos, associando a determinação da massa de plástico a dois procedimentos: a medida direta de uma quantidade maior de cada parte plástica e, depois, a contabilização delas para o conjunto. Finalizou com a exibição do documentário *Precisão: a medida de todas as coisas – massa e mol<sup>2</sup>*, sendo discutida a importância da padronização das medidas, o protótipo Le Grand K e sua atual deterioração e as relações entre massa e mol, tradicionalmente delegadas à disciplina de Química nos anos anteriores do ensino médio.

O terceiro encontro foi iniciado com o estudo dirigido de um texto sobre medidas de tempo ao longo da história e, posteriormente, os estudantes assistiram um trecho da série *The Big Bang Theory* (quarto episódio da primeira temporada), o qual, de forma bem-humorada, discutiu a periodicidade da menstruação ao longo da vida fértil e a estimativa da quantidade total de absorventes higiênicos. As questões geradoras, apresentadas no Quadro 1 referentes a esse encontro foram propostas para considerar a questão da escala. Sobre a necessidade do trabalho com quantidades para aprendizagem em ciências da natureza, Angotti (1991, p. 142) afirma que “não se trata de aborrecer alunos com “cálculos e continhas intermináveis”, mas de lutar com eles para adquirirem a capacidade de estimar, dimensionar com relativa precisão”. Utilizando o *milieu*, os estudantes testaram suas estratégias para a resolução do problema e, na fase da institucionalização, o professor sintetizou os pontos principais e finalizou com a

<sup>2</sup> Vídeo acessado em 10 abril de 2020, no endereço: <https://www.youtube.com/watch?v=O11YjZYJV6U&t=5s>.

discussão do documentário *Precisão: a medida de todas as coisas – tempo e distância*<sup>3</sup>. Neste documentário foram analisadas, detalhadamente, as unidades de tempo (segundo) e de distância (metro) e sua determinação em relação às dimensões da Terra.

No quarto encontro tratamos da padronização de corrente elétrica. Uma balança digital comercial de cozinha foi desmontada para oportunizar a visualização de suas partes. O professor apresentou a ponte de Wheatstone e explicou seu funcionamento considerando a associação de resistores, conteúdo usualmente tratado nesse ano do ensino médio e que a turma estudou no bimestre anterior. Abordou, também, sensores de carga, extensômetros e tipos de gráficos, juntamente com suas propriedades. Para formular e testar estratégias de resolução da questão geradora (Quadro 1), os grupos construíram gráficos utilizando calculadora e papel milimetrado. Na institucionalização, o professor solicitou a comparação visual dos resultados, solicitando que um grupo descrevesse o gráfico do outro, e destacou as curvas e as características dos gráficos plotados, ressaltando a relação linear entre a tensão elétrica e a massa utilizada para a calibração de uma balança.

No quinto encontro, sobre a padronização das medidas de temperatura, buscamos mostrar a dependência linear da variação da temperatura com a expansão do líquido na coluna do termômetro, de forma análoga à discussão realizada no encontro anterior. Esse encontro iniciou com a leitura dirigida de um texto sobre o assunto, tendo em vista a questão: como são definidas as escalas de temperatura? Os alunos trabalharam conjuntamente na resolução gráfica do problema proposto, utilizando uma calculadora e folhas de papel milimetrado. Na fase da institucionalização, como no encontro anterior, o professor reuniu as ideias e os resultados, explicitando a importância da relação linear entre as grandezas. Finalizando, analisamos trechos do documentário *Zero absoluto - a conquista do frio*<sup>4</sup>, por meio dos quais foi possível discutir a história da determinação de pontos de fusão cada vez menores.

O sexto encontro foi dividido em duas etapas. Na primeira, a fase da devolução foi implementada apresentando imagens reais de iluminação de alguns pontos da cidade de Franca/SP, como a praça central e o terminal de ônibus (Figura 1) e foi proposta a situação-problema a partir da questão geradora constante no Quadro 1.

---

<sup>3</sup> Vídeo acessado em 10 abril de 2020, no endereço: <https://www.dailymotion.com/video/x6vvcp9>.

<sup>4</sup> O vídeo pode ser acessado no endereço: <https://www.youtube.com/watch?v=jtLklcHVHic>. Acessado em 10 abr 2020.

Figura 1 – Iluminação de algumas localidades de Franca/SP



Fonte: O autor (2019).

Um refletor de LED foi utilizado para explorar, experimentalmente, os argumentos dos alunos relacionando a intensidade da luz à distância entre essa fonte e o anteparo (no caso, a parede). Na fase da institucionalização, o professor reuniu as principais ideias e finalizou com a discussão da adequação da intensidade às necessidades de iluminação.

Na segunda etapa desse encontro, foram projetados num anteparo (em uma sala escurecida) três focos de luz: um vermelho, um verde e um azul (Figura 2). Os alunos foram interpelados sobre o que iria acontecer se sobrepuséssemos duas ou três cores (fase de devolução).

Figura 2 – Experimento com feixes monocromáticos



Fonte: O autor (2019).

A Figura 2 mostra fotos da realização do experimento. Nas fases de ação e formulação, os estudantes esboçaram e apresentaram suas hipóteses sobre o que iria ocorrer em cada sobreposição. Utilizando o conjunto de três lâmpadas dicróicas de LED com a realização das sobreposições, as hipóteses foram testadas correspondendo à fase de validação. O professor mostrou as especificações da embalagem das lâmpadas para, na fase da institucionalização, destacar que o olho não é um bom detector para intensidade luminosa, pois essa detecção é dependente da cor da radiação.

Essa pesquisa é de abordagem qualitativa, sendo o estudo subsidiado por dois instrumentos de coleta de dados: as observações, através da filmagem das aulas, bem como a análise documental da produção escrita dos alunos. A filmagem possibilita um registro que permite a investigação a posteriori, explorando mais elementos da situação estudada. O segundo instrumento citado é o registro escrito do roteiro, entregue a cada grupo e recolhido no final da aula, nele constam as respostas das atividades realizadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através da exploração sistemática das situações didáticas e adidáticas, descritas na seção anterior, foi possível perceber a adesão, o comprometimento e o empenho dos alunos diante dos problemas apresentados, em um processo de ensino e aprendizagem dinâmico, e que considera o conhecimento prévio e a proposição de soluções criativas pelos alunos.

No primeiro encontro, na atividade situação experimental, apenas um dos sete grupos percebeu, desde o início, que, para obter valores confiáveis, era necessário medir a massa de várias folhas de papel, sendo que a medida da massa de uma folha era obtida dividindo o valor total pelo número de folhas. Outro grupo percebeu, em relação às folhas mais finas, que era necessário colocar mais unidades para conseguir realizar a medida. Caso contrário, a leitura da balança oscilava. A última parte desta atividade referia-se a uma comparação entre os valores obtidos por cada grupo. O professor montou uma tabela na lousa (Figura 3) com os resultados de cada grupo, a partir disso os alunos perceberam que as medidas não foram idênticas, mesmo sendo folhas iguais. Essa observação gerou justificativas quanto ao método utilizado por cada grupo e, também, quanto à precisão das balanças.

Figura 3 – Imagem da lousa sintetizando os resultados dos grupos



Grupo	folha 1	folha 2	folha 3
1	10	6	3
2	10	6	2
3	10	7	3
4	10	7	4
5	11	7	4
6	12	9	5
7	10	7	2

Fonte: O autor (2019).

No segundo encontro cada grupo deveria propor um procedimento para obtenção da massa de plástico contida em uma unidade de absorvente e, em seguida, testar o método proposto e sua pertinência para tal tarefa. Com a vivência do encontro anterior, a maioria dos alunos percebeu que se medissem a massa de apenas uma unidade não obteriam um valor preciso, ou seja, perceberam que a balança não conseguia fazer a leitura de apenas uma unidade. Contudo, em um dos grupos, quando perguntado qual é a massa de uma unidade da embalagem de plástico que envolve o absorvente higiênico, um aluno respondeu que a massa era zero, pois foi o que apareceu na balança quando ele colocou uma unidade para fazer a medida. Na fase da formulação, com o intermédio do professor, eles perceberam que era necessário colocar várias unidades de embalagens, conforme ilustrado no diálogo extraído da gravação da aula:

*Qual a massa de uma unidade? (professor)*

*A massa de uma unidade é zero, não deu sinal na balança. (aluno)*

*E a massa das sete unidades? (professor)*

*A massa das sete unidades deu sete gramas. (aluno)*

*Se a massa das sete unidades deu sete gramas, é possível descobrir a massa de uma unidade? (professor)*

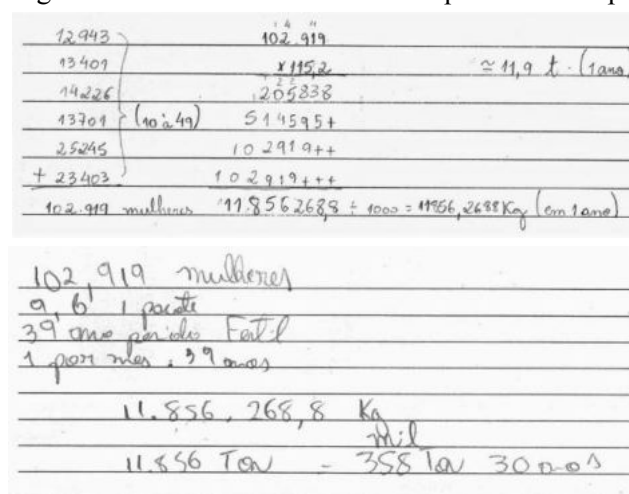
*Sim, podemos dividir as sete gramas por sete e dá uma grama cada unidade da embalagem. (aluno)*

Nesse trecho, podemos perceber que o raciocínio lógico confronta a medição direta, mesmo que o aluno verbalize o resultado visualizado na balança. Outra dificuldade

identificada em alguns grupos, na fase da ação, foi pensar em uma maneira prática de medir a massa total de plástico de uma embalagem de absorvente higiênico, para “juntar” as partes já medidas em um todo, a embalagem toda. Neste caso, o professor precisou intervir, na fase da formulação, recolocando a questão até conseguirem um método considerado pelo grupo eficiente.

No terceiro encontro cada grupo deveria fazer uma estimativa da quantidade de absorvente higiênico utilizado por uma mulher (sexo biológico) durante sua vida fértil (aproximadamente 30 anos). Nesta atividade, o professor precisou auxiliar no processo de decisão, principalmente quanto à estimativa da quantidade de absorventes utilizados a cada mês, por cada mulher. Não existe um valor pré-definido para essa quantidade, pois depende do fluxo do espécime em questão. Por isso, essa decisão precisou ser negociada com a sala toda e foi necessário um tempo adicional para justificar as discrepâncias nos resultados. Na sequência, os grupos deveriam fazer uma estimativa da quantidade de plástico descartado durante um período fértil, durante um ano e durante a vida fértil (aproximadamente 30 anos, desconsiderando possíveis períodos de gravidez). Os cálculos realizados da massa de plástico em um pacote de absorvente higiênico serviriam para subsidiar a resolução dos problemas propostos. Ainda, com auxílio de uma tabela com os dados da população do sexo feminino no município de Franca/SP, por grupo de idade, do último censo do IBGE em 2010, os grupos deveriam fazer uma estimativa sobre a quantidade de plástico de absorvente descartada pela população de mulheres (sexo biológico), em idade fértil, residentes no município de Franca, no período de um ano. O professor explicou sobre a curva gaussiana e os alunos concluíram que poderiam utilizar nos cálculos os dados referentes às faixas etárias de 10 a 49 anos disponíveis na tabela. Para a obtenção da quantidade de plástico de absorvente descartado, quatro dos sete grupos não perceberam imediatamente que já dispunham da quantidade de plástico descartado durante um ano (a primeira questão da segunda atividade), porém, não interferiu nos resultados. Os grupos ficaram surpresos em relação às quantidades obtidas (aproximadamente 12 toneladas por ano). A Figura 4 apresenta exemplos dos registros.

Figura 4 – Cálculo da estimativa da quantidade de plástico



Fonte: O autor (2019).

Por fim, na última parte do segundo encontro, relacionando com o problema apresentado no primeiro encontro, de que parte dos plásticos descartados pela população, de alguma forma, chega aos oceanos e prejudica o habitat marinho, os grupos foram questionados sobre o que pode ser feito para reduzir a quantidade de plástico, proveniente de absorventes higiênicos descartados. Os grupos apresentaram diversas soluções, dentre elas a criação de materiais biodegradáveis, criar lixos próprios (descarte e coleta seletivos), incineração do plástico e, também, o uso do coletor menstrual.

Já no quarto encontro a aula iniciou com a questão: *podemos medir qualquer quantidade de massa com a mesma balança?* As respostas negativas foram unânimes. A adesão evidenciada pelo grupo já era fruto das estratégias de questionamento. Porém, quando o professor questionou se seria possível medir uma grande quantidade de massa com a balança, um dos grupos não soube responder. Na sequência, o professor apresentou, em slides, diferentes tipos de balança, as quais medem diferentes quantidades de massa. Após, o professor perguntou: *como a balança, que nós usamos no nosso experimento, mede a massa?* Ante ao silêncio geral previsto, o professor desmontou a balança e mostrou o sensor. Em seguida, apresentou, com o apoio de slides, o sensor *strain gage* e explicou o seu funcionamento, baseado em uma ponte de Wheatstone. Também explicou os tipos de gráficos com as suas características. Durante a explanação um aluno indagou se o cálculo do coeficiente angular, em um gráfico linear, era similar ao que eles estavam estudando em

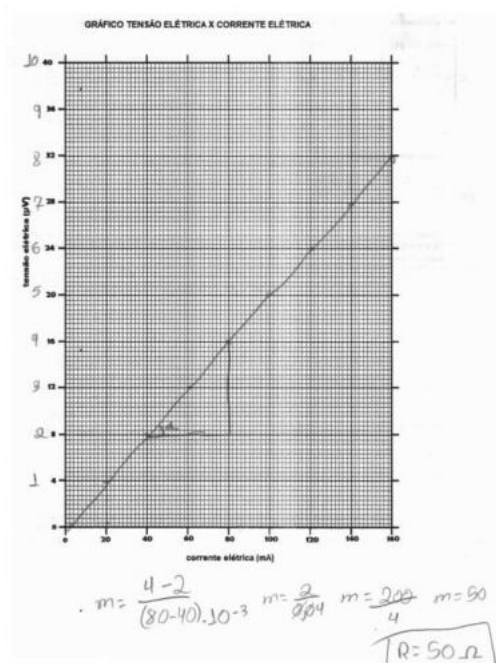
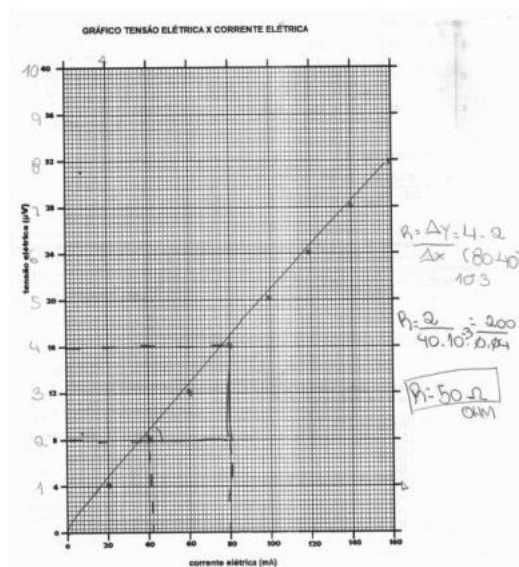


matemática, em geometria analítica. O mesmo aluno questionou se em um gráfico linear as grandezas sempre são diretamente proporcionais. O professor respondeu afirmativamente e exemplificou com uma tabela e um gráfico.

Na sequência, o professor perguntou como era feita a calibração de uma balança e solicitou aos grupos, de posse dos valores contidos em uma tabela, que construíssem, em papel milimetrado, um gráfico de *tensão elétrica*  $\times$  *corrente elétrica*. Conjuntamente com a sala toda, o cálculo do valor da resistência elétrica, através do coeficiente angular da reta, foi implementado. Em seguida, o professor explicou sobre a calibração de uma balança, que a relação entre a tensão elétrica aplicada e a força que se submete a célula de carga seja linear. Os gráficos da Figura 5 são registros da implementação dos cálculos por dois grupos de estudantes.

O quinto encontro foi iniciado pela leitura e discussão de um texto sobre temperatura, termômetro e escalas de temperatura. O professor levou um termômetro para explicitar o seu funcionamento (dilatação da coluna de álcool) e fez uma questão geradora aos grupos: como é feita a calibração de uma escala de temperatura? O texto já dava uma ideia sobre essa calibração, pois falava da escolha de uma substância termométrica que varia regularmente com a temperatura. Logo, há uma dependência linear e o fator de conversão pode ser feito por meio do teorema de Thales. Na sequência, o professor pediu para os alunos explorarem uma escala arbitrária, na qual tinham estabelecidos os pontos do vapor e do gelo e, também, determinar uma equação de conversão entre essa escala e a Celsius. Para tanto, eles tinham disponíveis os seguintes materiais: lápis, papel, calculadora e papel milimetrado. Nesse momento, em que alguns grupos encontraram dificuldade em chegar à equação de conversão, o professor precisou auxiliar na execução. Contudo, para construir o gráfico das duas escalas e verificar a linearidade, não houve dificuldade. Para finalizar o encontro, foi exibido o documentário *Zero absoluto – a conquista do frio*, que expõe a importância do domínio da tecnologia dos processos de resfriamento para a sociedade, que transformou a forma de viver e trabalhar, através do uso, principalmente, de refrigeradores e aparelhos condicionadores de ar. Essa conquista veio no decorrer de uma disputa entre grandes grupos científicos.

Figura 5 – Gráfico de Tensão Elétrica vs. Corrente elétrica em papel milimetrado



Fonte: o autor (2019).

O sexto encontro, no qual foi trabalhada a padronização da intensidade luminosa, foi dividido em duas etapas. Na primeira etapa, foram apresentadas aos alunos três imagens de iluminação de alguns pontos da cidade de Franca, sendo eles: terminal de ônibus, praça central e iluminação de uma rua, com disposições/altura diferentes em cada caso. Diante dessas imagens, o docente perguntou acerca de quais seriam as diferenças entre as iluminações.

Todos os grupos do terceiro ano responderam frases como: *umas são mais fortes que as outras, as lâmpadas não são iguais e a cor e a quantidade de lâmpadas mudam*. Na segunda e na terceira questão, quando perguntados o que aconteceria se afastarmos/aproximarmos um refletor de LED da parede, todos os grupos responderam no sentido que se afastarmos o foco aumenta e a intensidade diminui, assim como, se aproximarmos o foco diminui e a intensidade aumenta.

Na segunda etapa, foram projetados num anteparo de três feixes de luz, um vermelho, um verde e um azul, do mesmo tipo de lâmpada, com a mesma potência e a mesma distância da parede, e foi perguntado aos grupos qual cor teria maior intensidade. Todos os grupos responderam que era o feixe de luz vermelho. Neste momento, o professor explicou que o olho humano não é um bom detector de intensidade e mostrou que as especificações das lâmpadas eram iguais, portanto, tinham a mesma intensidade.

Na segunda questão foi perguntado o que aconteceria se sobrepuséssemos dois ou três feixes de diferentes cores. Apenas um grupo acreditava que não ocorreria nada, os outros responderam que uma cor iria misturar à outra. Posteriormente, foram feitos testes de sobreposição de cores, na fase de validação. Os estudantes não indicaram os nomes das cores (magenta e ciano). No momento da institucionalização, o docente destacou que essa composição cromática é diferente da de pigmento e que ela ocorre nas telas dos eletrônicos, como televisores, celulares, tablets e computadores.

Como no trabalho de Godoi e Figuerôa (2008), a negociação de significados constituiu uma base fundante para todas as aulas, seja no interior dos grupos, seja entre o professor e a turma toda. Implementamos em momentos apropriados aulas experimentais, desde à realização dos roteiros pelos grupos até a representação gráfica e em forma de tabelas, num diálogo recorrente, em consonância ao trabalho de Souza et al (2012). Esses autores valorizam a articulação conjunta desse tipo de aula e a exibição de vídeos; nesse último caso, optamos por vídeos de entretenimento para fomentar as fases de devolução e documentários para as de institucionalização.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na escola básica brasileira os conteúdos ambientais estão tradicionalmente associados aos estudos de ecologia, no cerne da disciplina Biologia. O processo comunicativo da divulgação científica tem tornado essas informações acessíveis em diferentes mídias. No entanto, ter acesso à informação não significa ter a compreensão e a consciência crítica desta ou ser sensibilizado pela mesma, pois em si ela não contempla a dimensão do social humano. Ou seja, de que estamos inseridos em comunidades locais e na sociedade globalizada, sendo diariamente confrontados com o desafio ético de lidar com o outro. Se quisermos mudar os rumos do nosso planeta necessitamos de cidadãos críticos, conscientes e aptos a resolver problemas e essa demanda é da escola como um todo, não da iniciativa isolada de uma ou duas disciplinas específicas.

Fundamentado na Teoria das Situações Didáticas, elaboramos uma sequência didática para abordar as unidades de base do SI, tendo o tema poluição como pano de fundo. Nossos encontros contemplaram o estudo dirigido de textos abordando a utilização excessiva e sem planejamento de plástico e como o descarte inapropriado desse material contamina os oceanos. Nos diálogos realizados, ficou evidente que alguns alunos pensavam que o plástico que chega ao oceano fosse proveniente apenas das cidades litorâneas, uma flagrante manifestação da máxima sartreana “o problema são os outros”. Quando estudamos a poluição luminosa, vários alunos expressaram não imaginar que existisse esse tipo de poluição e que prejudicaria os animais.

Essas manifestações evidenciam que o ensino focado em aulas expositivas, tendo o livro didático, em muitos casos, como única ferramenta, restringe o papel do professor ao cumprimento de currículos “mínimos” governamentais e direciona o ensino para uma abordagem focada na memorização de nomes, termos e conteúdos completamente desconectados com a realidade dos alunos (STORTTI et al., 2019). Isso não contribui para uma formação que valorize posturas de assumir as responsabilidades individuais e coletivas. Como comentado anteriormente, o conteúdo físico referido é negligenciado nos livros didáticos e nas aulas, ainda que muito valorizado nas provas.

A sequência proposta primou pela negociação de significados e pela tomada de decisões, e as situações-problema objetivavam mobilizar as habilidades cognitivas necessárias

a fazer estimativas, quantificar, generalizar procedimentos. O compromisso com a aprendizagem permitiu o acesso ao conteúdo de forma significativa, mas a metodologia demandou que o aluno compartilhasse suas conjecturas e estratégias e, simultaneamente, ouvisse respeitosamente as manifestações dos colegas dos outros grupos. À medida que a estratégia era recorrente nos encontros, a participação foi sendo intensificada e as respostas dos grupos sendo mais bem elaboradas.

Reinventar a prática docente, estabelecendo conexões com elementos culturais, afetivos, sociais e contextuais permite espaços “entre” e no ensino, que inventam e disputam outras maneiras singulares de funcionar e que podem desmistificar o “outro”, concorrendo para a transcendência da perspectiva individual rumo à coletiva.

## REFERÊNCIAS

ALMOULOU, S. A. **Fundamentos da didática da matemática**. Curitiba: Editora da UFPR, 2014.

ALVES, L. S.; GRANJEIRO, J. M. Development of digital Open Educational Resource for metrology education. **Journal of Physics: Conference Series**, v. 1044, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1044/1/012022>

ANGOTTI, J. A.P. **Fragmentos e totalidades no conhecimento científico e ensino de ciências**. 1991. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1991. Doi: 10.11606/T.48.1991.tde-20052015-095531. Acesso em: 12 out. 2020.

AZEVEDO, M. C. P S de. **Situações de ensino – aprendizagem**. Análise de uma sequência didática de física a partir da Teoria das Situações de Brousseau. Dissertação (mestrado) – Universidade de São Paulo, 2008.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. São Paulo: Contraponto, 1996.

BROUSSEAU, G. **La théorie des situations didactiques**, 1997. Disponível em: <http://www.cfem.asso.fr/actualites/archives/Brousseau.pdf>. Acesso em: 22 junho 2019.

BROUSSEAU, G. **Theory of didactical situations in mathematics**. New York: Kluwer academic publishers, 2002.

BROUSSEAU, G. **Glossaire de quelques concept de la théorie des situations didactiques en mathématiques**, 2010. Disponível em: [http://guy-brousseau.com/wp-content/uploads/2010/09/Glossaire\\_V5.pdf](http://guy-brousseau.com/wp-content/uploads/2010/09/Glossaire_V5.pdf). Acesso em: 22 junho de 2019.

BRUM, W. P.; SILVA, S. C. R. Obstáculos no Ensino de Matemática: o posicionamento de professores de matemática sobre a fonte de obstáculos durante a apresentação do tema probabilidade. **Itinerarius Reflectionis**, Jataí, v. 11, n. 1, 2016. DOI: 10.5216/rir.v11i1.33356

CORRÊA, P. C. Sistema Métrico Decimal no Pará. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática**, v. 11, p. 105 – 113, 2015.

COSTA-FÉLIX, R. P B., BERNARDES (org.). A. **Metrologia**: volume 1: fundamentos. Rio de Janeiro: Brasport, 2017.

DAMACENO, L. P. et al. A nova definição do quilograma em termos da constante de Planck. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 3, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2018-0284>

DINCER, E. O.; OSMANOGLU, A. Dealing with Metric Unit Conversion: An Examination of Prospective Science Teachers' Knowledge of and Difficulties with Conversion. **Science Education International**, v. 29, n. 3, p. 174 – 182, 2018.

GASPAR, A. **Compreendendo a Física**. 3ª ed. Editora Ática, 2016.

GIUNTA, C. J. What Chemistry Teachers Should Know about the Revised International System of Units (Systeme International). **Journal of Chemical Education**, v. 96, p. 613-617, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00707>.

GODOI, L. C. O.; FIGUEIRÔA, S. F. M. Dois pesos e duas medidas: uma proposta para discutir a natureza do sistema de unidades de medida na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p. 523-545, 2008.

HSU, L.; HSU, J. P. The physical basis of natural units and truly fundamental constants. **The European Physical Journal Plus**, v. 127, n. 11, 2012. DOI: 10.1140/epjp/i2012-12011-5

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo demográfico de 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/franca/pesquisa/23/25888?detalhes=true>. Acesso em 19 de abril de 2019

JAPIASSU, H. F. **Introdução ao pensamento epistemológico**. 4. ed. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1986.

JESSEN, B. and WINSLØW, C. (2017). The theory of Didactical Situations. In WINSLØW, C. (Ed.), **MERIA Practical Guide to Inquiry Based Mathematics Teaching**, pp. 29-42. Disponível em <https://meria-project.eu/sites/default/files/2017-10/MERIA%20Practical%20Guide%20to%20IBMT.pdf> Acesso em 29 de Outubro de 2020

KNOTTS, S., MOHR, P. J.; PHILLIPS, W. D. An Introduction to the New SI. **The Physics Teacher**, v. 55, 2017. DOI: 10.1119/1.4972491

PINTO, N. B. **O erro como estratégia didática**: estudo do erro no ensino da matemática elementar. Campinas, SP: Papirus, 2000.

ROTONDO, M. L.; COIMBRA, D. O Sistema Internacional de Unidades nos livros didáticos de Física do PNL D 2018. **Anais do XI Encontro Mineiro sobre Investigação na Escola – Online**. Uberlândia, 2020.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE METROLOGIA. SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA. **O Novo Sistema Internacional de Unidades**. 2019. (Redação e adaptação: Luciana e Sá Alves e Gelson Rocha). Disponível em: [http://metrologia.org.br/wpsite/wp-content/uploads/2019/07/Cartilha\\_O\\_novo\\_SI\\_29.06.2029.pdf](http://metrologia.org.br/wpsite/wp-content/uploads/2019/07/Cartilha_O_novo_SI_29.06.2029.pdf). Acesso em 25 mar. 2020.

SOUZA, A. L. et al. A origem e a importância das medidas no ensino de Física para o Ensino Médio: uma abordagem Pibidiana. In: **Anais do III Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia**, 2012, Ponta Grossa. Disponível em: <http://www.sinect.com.br/2012/down.php?id=2902&q=1> Acesso em 29 de setembro de 2020.

STORTTI, M. et al Luz, Câmera, Ação e Reflexão: O Cinema Ambiental Freiriano para ver e pensar os Territórios e as Unidades de Conservação. In: TEIXEIRA, P. P.; OLIVEIRA, R. D. V. L.; QUEIROZ, G. R. P. C. (orgs.) **Conteúdos cordiais**: biologia humanizada para uma Escola sem Mordça. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2019.

## IMPLEMENTAÇÃO DE UMA METODOLOGIA ATIVA PARA O ENSINO DA DUALIDADE ONDA PARTÍCULA NO ENSINO MÉDIO

**Marina Valentim Barros**

Doutora em Ensino de Ciências pela Universidade de São Paulo/USP. Professora da Universidade Federal de Catalão/UFCAT/Unidade Acadêmica Especial de Educação/UAAE. E-mail: marinote@ufcat.edu.br

**Marcelo Alves Barros**

Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo/USP. Professor do Instituto de Física da USP de São Carlos/IFSC. E-mail: mbarros@ifsc.usp.br

**Resumo:** O trabalho a seguir apresenta uma discussão sobre a implementação de uma metodologia ativa, o *Peer Instruction*, como estratégia instrucional em sala de aula para promover a aprendizagem do conceito de onda partícula no Ensino Médio, utilizando o interferômetro de Mach-Zehnder. A metodologia do *peer instruction* consiste em apresentar questões conceituais sobre o assunto da aula contando com duas votações dos estudantes, uma individual e outra após a interação entre os pares, em que se discute entre os colegas o assunto do teste. A pesquisa apresenta o funcionamento do interferômetro de Mach-Zehnder assim como detalhes da sequência didática aplicada. São mostrados também no trabalho, o resultado estatístico dos testes aplicados, com a porcentagem de respostas antes e após a instrução por pares. Sugere-se o *Peer Instruction* como uma alternativa metodológica para o ensino de tópicos de Física Quântica no Ensino Médio, dando espaço a uma discussão conceitual da matéria, permitindo uma melhor compreensão sobre o tema.

**Palavras-chave:** Ensino de Física Quântica; Metodologia Ativa; *Peer Instruction*.

## TEACHING WAVE-PARTICLE DUALITY BY AN IMPLEMENTATION OF AN ACTIVE METHODOLOGY

**Abstract:** The following work presents the implementation of an active methodology, the peer instruction, as an instructional strategy in the classroom to promote the learning of the wave-particle concepts using the Mach-Zehnder interferometer among high school students. The methodology of the peer instruction consists of presenting conceptual questions on the subject of the class with two votes from the students, one individual and the other after the interaction between peers, in which the subject of the test is discussed among colleagues. The research presents the functioning of the Mach-Zehnder interferometer as well as details of the applied didactic sequence. Also shown in the work are the statistical results of the applied tests, with the percentage of responses before and after instruction by peers. Peer instruction is



suggested as a methodological alternative for teaching quantum at the secondary level, giving rise to a conceptual discussion of quantum among peers, allowing a better understanding of the topic.

**Keywords:** Teaching Quantum Physics, Active Methodology, Peer Instruction.

## INTRODUÇÃO

Desde as décadas finais do século XX e ao longo deste início do século XXI, o Brasil e vários outros países têm orientado seus currículos no desenvolvimento de habilidades e competências. Nessas situações, as escolas e os professores têm sido solicitados a modificar aquilo que normalmente fazem atualizando suas práticas de ensino. Possibilitar também que o cidadão comum tenha compreensão de novas tecnologias é tarefa da escola e, principalmente, do Ensino Médio, já que na realidade brasileira é o último contato acadêmico da maior parte da população com os conteúdos científicos relacionados à Física. Mesmo os estudantes que terão acesso ao ensino superior, somente uma parte deles se dedicará a uma formação científica e tecnológica, reforçando ainda mais a importância desses conteúdos serem apresentados na formação dos estudantes (HADZIDAKI; KALKANIS; STAVROU, 2000; SALES *et al.*, 2008).

Apesar dos avanços e impactos da Ciência dos séculos XX e XXI em nossas vidas podemos afirmar que o currículo de Física tem-se mantido praticamente inalterado em relação à introdução de temas atuais, apesar das inúmeras tentativas de aproximação de conteúdos inovadores para a sala de aula. Entre os diversos temas de importância necessários para transformar o ensino de Física tradicionalmente oferecido por nossas escolas em um ensino que contemple o desenvolvimento da Física Moderna e Contemporânea destacamos a Mecânica Quântica, pois atualmente é considerada uma teoria fundamental na compreensão de uma variedade de fenômenos que têm grande utilidade na tecnologia moderna e com inúmeras aplicações no cotidiano das pessoas ( GRECA; FREIRE JÚNIOR, 2003; GRECA; MOREIRA; HERSCOVITZ, 2001; MORAIS; GUERRA, 2013; POSPIECH, 2003; SALES *et al.*, 2008).

No Brasil, um movimento de reforma curricular nacional tem apontado a necessidade da promoção de uma educação compatível com a rápida aceleração da produção do

conhecimento científico e da compreensão das novas tecnologias da informação que influenciam os modos de produção da sociedade. Os *PCNEN* (BRASIL, 1999), os *PCNEM+* (BRASIL, 2002) e a *BNCC* (2018) foram consequência desse movimento por mudanças curriculares e na forma de organização do sistema de ensino de todo país. Em síntese, recentemente a escola em geral e, em particular, o ensino de Física tem sofrido mudanças do ponto de vista das novas demandas impostas pela sociedade. Pesquisas sobre aprendizagem em Física têm estabelecido que os alunos desenvolvam habilidades de raciocínio complexas de forma mais eficazes quando estão ativamente envolvidos com o material que eles estão estudando (MAZUR, 1997, SKOLOFF e THORTON, 2006; SANTOS e SASAKI, 2015).

A tendência mais atual no país é buscar a atualização do currículo com a realização de pesquisas educacionais, o desenvolvimento de materiais didáticos e cursos de formação inicial e continuada de professores com o objetivo de introduzir tópicos de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. Desse modo, a formação de professores deveria se conformar com um aprofundamento desses conteúdos de modo a permitir ao professor enfrentar a demanda dos alunos e da sociedade em geral pela introdução destes tópicos. Em particular, as dificuldades de se ensinar tópicos de Mecânica Quântica no Ensino Médio são enormes e, às vezes, até mesmo intransponíveis. Entre elas podemos destacar:

- i) a mudança conceitual que o conteúdo da Mecânica Quântica exige em relação à Física Clássica (GRECA; HERSCOVITZ, 2011; HÉRAUD *et al.*, 2017; JOHANSSON *et al.*, 2018; KE; LEVRINI; FANTINI, 2013; ZANOTELLO; CAMARGO, 2020);
- ii) a complexidade matemática presente no formalismo matemático (GRECA; FREIRE JÚNIOR, 2003; HÉRAUD *et al.*, 2017; JOHANSSON *et al.*, 2018; MORAIS; GUERRA, 2013; POSPIECH, 2000);
- iii) a formação inadequada dos professores que não se encontram preparados para ensinar os conceitos quânticos fundamentais (MORAIS; GUERRA, 2013; OSTERMANN; MOREIRA, 2001; SOUZA *et al.*, 2020)e;
- iv) a construção de sequências didáticas de ensino de mecânica quântica adequadas ao ensino médio (BROCKINGTON & PIETROCOLA, 2005; AZEVEDO, ANDRADE & PIETROCOLA, 2006; BROCKINGTON, SIQUEIRA e PIETROCOLA, 2007).

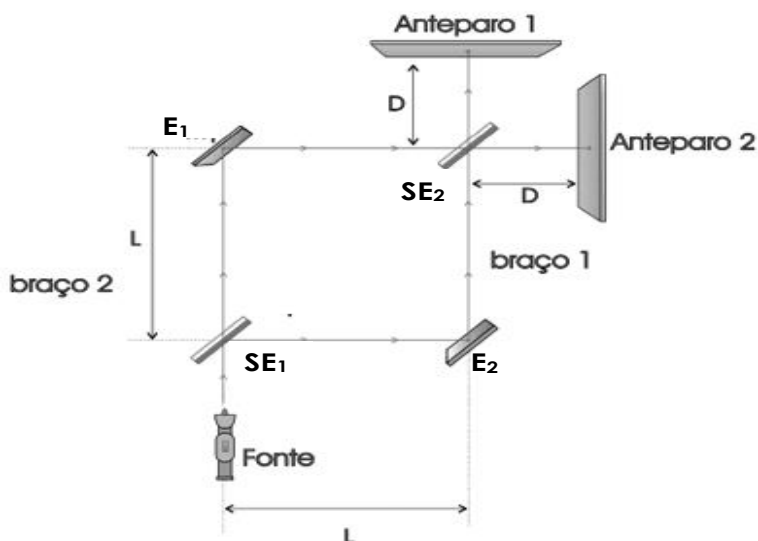
Como fica evidente a partir destes trabalhos realizar a transposição didática destes tópicos para a sala de aula constitui-se em um dos maiores desafios do ensino devido, por um lado, aos condicionantes históricos e epistemológicos relacionados a este campo do conhecimento e, por outro, ao próprio sistema escolar caracterizado por uma tradição didática que deve necessariamente ser questionada. Certamente, este movimento de renovação curricular está apenas no início e muitas pesquisas serão necessárias para que seja possível compreender mais adequadamente esta temática. Neste sentido, buscamos aproximar as situações de ensino em sala de aula empregando uma metodologia ativa de aprendizagem, o *peer instruction* ou instrução pelos colegas que aproxima os alunos com o processo de construção do conhecimento na Ciência, tais como: o levantamento e teste de hipóteses, resolução de problemas, análise e classificação dos resultados coletados, discussão entre os grupos e síntese integrativa.

Especificamente, o objetivo deste trabalho consiste em utilizar o método *peer instruction* como estratégia instrucional em sala de aula para promover a aprendizagem do conceito de onda partícula utilizando o interferômetro de Mach-Zehnder entre alunos do Ensino Médio. Há a incorporação de duas inovações nesse trabalho: uma metodológica e outra curricular. A curricular, ao propor ensino de tópicos de mecânica quântica à estudantes do ensino médio e a metodológica por utilizar uma metodologia ativa de ensino, o *peer instruction*. A escolha da metodologia reforça uma necessidade, que é de modificação de sala de aula, engajando o estudante no processo de aprendizagem. Pretende-se nesse artigo apresentar o interferômetro de Mach-Zehnder, a metodologia utilizada, a sequência de ensino e os resultados obtidos na aplicação dos testes.

## O FUNCIONAMENTO DO INTERFERÔMETRO DE MACH-ZEHNDER

Nesta seção, vamos apresentar o princípio de funcionamento do Interferômetro de Mach-Zehnder. Este aparato consiste em uma fonte de luz monocromática e coerente, dois espelhos  $E_1$  e  $E_2$  que são 100% refletores, dois semi espelhos  $SE_1$  e  $SE_2$  que dividem o feixe de luz, transmitindo 50% da luz incidente e refletindo os outros 50% e dois anteparos 1 e 2. O esquema do Interferômetro de Mach-Zehnder está ilustrado na figura 1, a seguir.

Figura 1- Esquema do interferômetro Mach Zehnder

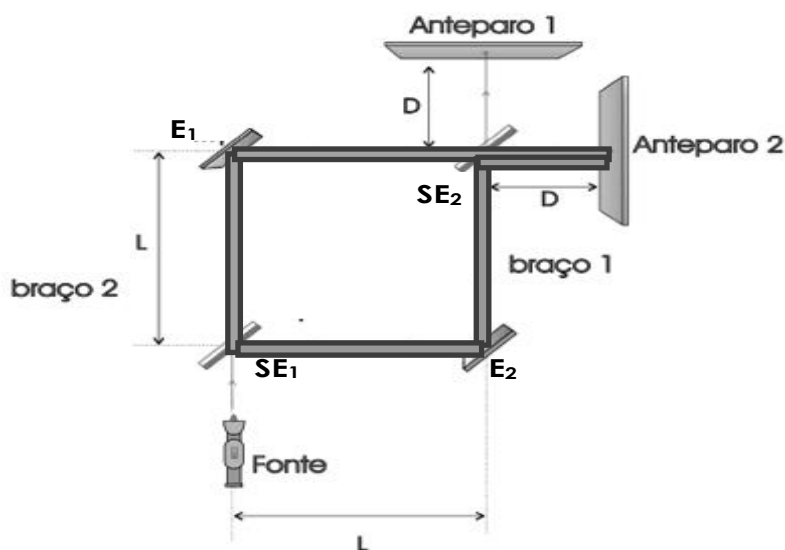


Fonte: Adaptado de RICCI; OSTERMANN e PRADO (2007).

Quando a fonte laser é ligada são formadas figuras de interferências anelares nos dois anteparos 1 e 2. As figuras formadas são complementares entre si, ou seja, onde há interferência construtiva (regiões claras) em um anteparo existe no local correspondente do outro anteparo interferência destrutiva (regiões escuras). As figuras de interferências são formadas pela superposição dos feixes que chegam ao anteparo 1 e 2, como será explicado detalhadamente a seguir. Para facilitar o entendimento do funcionamento do interferômetro foram feitas duas marcações, uma azul e outra verde, na ilustração do interferômetro (figura 2), para mostrar quais os caminhos que os dois feixes de luz percorrem até atingir os anteparos. Para facilitar, nomearemos de T a transmissão e R a reflexão que acontece nos espelhos e semi espelhos.

A marcação em azul ilustra o feixe que é transmitido pelo semi espelho  $SE_1$  (T) que segue até o espelho  $E_1$ , onde sofre reflexão total (R). Após a reflexão no espelho  $E_1$ , o feixe é transmitido pelo semi espelho  $SE_2$  (T) e atinge o anteparo 2 com a seguinte configuração (TRT). O outro feixe (marcado de verde) sofre reflexão no semi espelho  $SE_1$  (R), reflexão total no espelho  $E_2$  (R) e outra reflexão no semi espelho  $SE_2$  (R), atingindo a anteparo 2 com a seguinte configuração (RRR). O padrão de interferência no anteparo 2 é então TRT(feixe azul)/RRR(feixe verde).

Figura 2- Esquema do interferômetro Mach Zenhder



Fonte: Adaptado de RICCI; OSTERMANN e PRADO (2007).

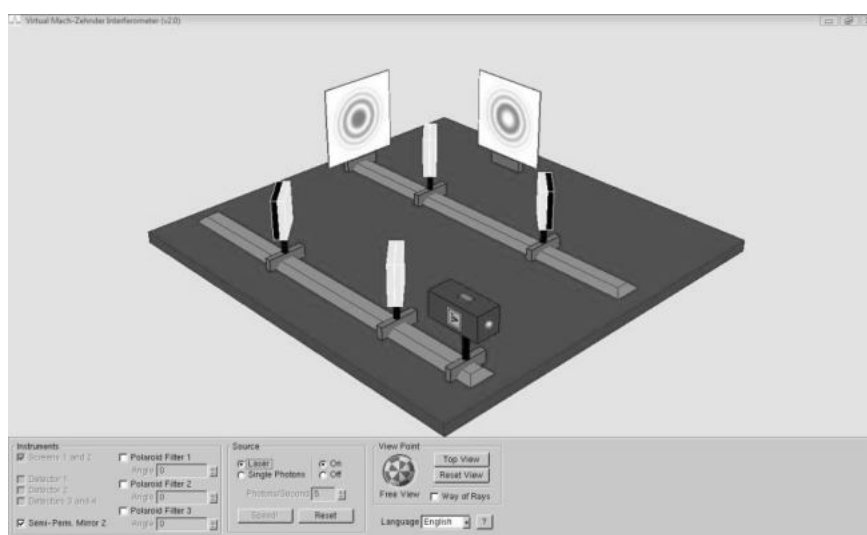
Para esclarecer a formação do padrão de interferência nos anteparos, leva-se em conta que uma reflexão em um espelho semi refletor introduz um deslocamento de fase na luz correspondente a um quarto de comprimento de onda da mesma. Dessa forma, o feixe marcado de azul ficará com uma defasagem de um quarto de comprimento de onda, já que sofreu apenas uma reflexão no espelho  $E_1$ . Dessa forma, o feixe marcado de verde fica com uma defasagem de três quartos de comprimento de onda em relação ao feixe original, já que sofreu três reflexões. Esses dois feixes chegam ao anteparo 2 com defasagem entre eles de dois quartos de comprimento de onda ( $\frac{2\lambda}{4} = \frac{\lambda}{2}$ ), o que caracteriza uma interferência destrutiva no centro do anteparo.

A figura 3 ilustra uma imagem do simulador<sup>1</sup> utilizado nessa pesquisa com as figuras de interferência formadas nos anteparos (PEREIRA; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2009). Um mesmo tipo de análise mostra que no anteparo 1, não há defasagem entre os feixes de onda formando, no centro do anteparo, uma interferência construtiva (região clara ilustrada na figura 3). No regime quântico, a intensidade do feixe de fótons é diminuída a tal ponto que

<sup>1</sup> Foi utilizado o software *Doppelspalt* de distribuição gratuita encontrado para download no endereço eletrônico [www.physik.uni-muenchen.de/didaktik/Computer/Doppelspalt/dslit.html](http://www.physik.uni-muenchen.de/didaktik/Computer/Doppelspalt/dslit.html).

podemos obter apenas um único fóton emitido por vez (regime monofotônico) e, neste caso, ao invés dos padrões de interferência clássicos teremos as probabilidades de detectarmos cada fóton nos respectivos anteparos, pois neste caso, haverá apenas duas posições possíveis dos fótons serem detectados, ou seja, anteparo 1 ou anteparo 2. O simulador oferece a possibilidade da contagem do número de fótons detectados nos anteparos 1 e 2, dessa maneira sabe-se em qual anteparo o fóton foi encontrado.

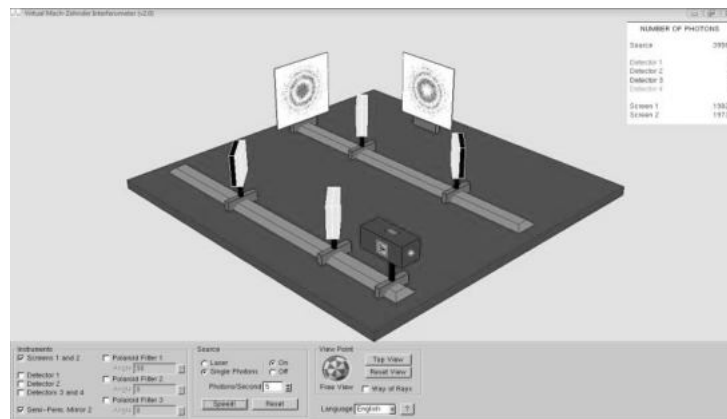
Figura 03- Tela do simulador do interferômetro de Mach-Zehnder no regime clássico



Fonte: PEREIRA; OSTERMANN e CAVALCANTI (2009).

Neste trabalho nos interessa particularmente o funcionamento do interferômetro de Mach-Zehnder no regime quântico para abordar em sala de aula um dos conceitos fundamentais da Mecânica Quântica: a dualidade onda partícula. Para observarmos o comportamento dualístico do fóton utilizando o interferômetro de Mach-Zehnder devemos, primeiramente, observar que quando um único fóton emitido pela fonte alcança um dos anteparos, isso é contabilizado numericamente pelo simulador. À medida que os pontos nos quais os fótons se acumulam aumentam gradativamente surge, então, um padrão de interferência quântica evidenciando o comportamento ondulatório (figura 4).

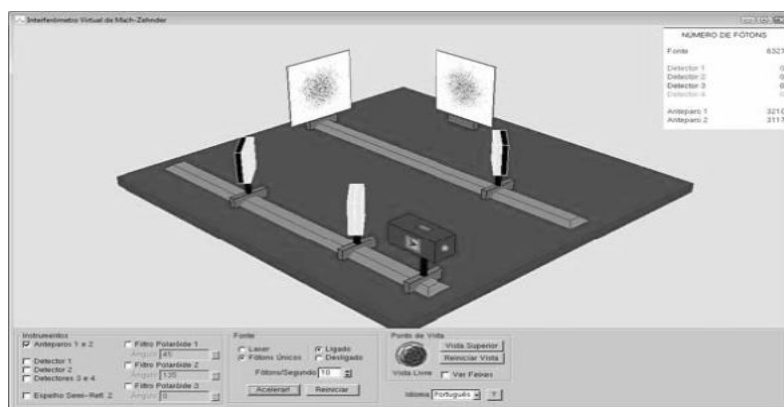
Figura 04- Tela do simulador do interferômetro no regime quântico monofotônico



Fonte: PEREIRA; OSTERMANN e CAVALCANTI (2009).

Uma possibilidade que o simulador oferece é a retirada do semi espelho  $SE_2$ , dessa forma, o padrão de interferência quântica desaparecerá e não mais será possível detectar manchas claras e escuras sobre os anteparos (figura 5). Neste caso, cada anteparo registrará um fóton correspondente de acordo com o fato de ele ter ou não atingido o alvo percorrendo um dos braços e atingido o anteparo 2 ou o outro o braço e atingido o anteparo 1. Assim, a probabilidade é de que 50% dos fótons emitidos seja transmitido pelo primeiro semi espelho  $SE_1$ , e os outros 50 % sejam refletidos pelo semi espelho  $SE_1$ . Então apenas 50% dos fótons emitidos incidirão sobre cada um dos anteparos, evidenciando o comportamento corpuscular.

Figura 05- Tela do simulador do interferômetro de Mach-Zehnder ilustrando a destruição da interferência com a retirada do semi espelho  $S_2$



Fonte: OSTERMANN *et al.* (2009).

## METODOLOGIA DE PESQUISA: O *PEER INSTRUCTION*

As aulas baseadas no método *peer instruction* são estruturadas inicialmente a partir de uma breve exposição oral do professor sobre uma parte do conteúdo, enfatizando tópicos essenciais ao assunto da aula acompanhada por um teste conceitual de múltipla escolha, para ser respondido pelos estudantes em classe, a partir do que eles estudaram como tarefa de leitura<sup>2</sup> previamente antes da aula. As tarefas de leitura podem ser realizadas no formato de vídeos, textos ou questionários. É então apresentado aos estudantes testes conceituais, usualmente de múltipla escolha, para serem respondidos sem nenhuma interação com o colega. Após pensar por dois minutos, em média, os estudantes escolhem a sua resposta individual. Os testes apresentados na sequência didática dessa pesquisa eram estritamente conceituais, sem a presença do formalismo matemático da quântica. As questões utilizadas em salas de aulas que se utilizam do *peer instruction* devem ser elaboradas seguindo algumas recomendações: testes conceituais, não óbvios para os estudantes, claros e concisos; abordar um conceito por vez (por questão) e motivarem discussões entre os alunos (SCHELL, 2012).

Para elaborar esses testes, o professor deve se basear nas dificuldades dos estudantes, nos erros mais comuns e nas concepções alternativas (ROSENBERG; LORENZO; MAZUR, 2006; SCHELL, 2012a). Uma sugestão para se formular um bom teste e com alternativas de respostas bem elaboradas é propor inicialmente a pergunta (o conceito) como uma questão aberta, recolher as respostas e identificar por meio delas os erros mais comuns, as preconcepções e as dificuldades dos alunos. A partir disso, o professor deve elaborar as alternativas de resposta. Os testes devem conter perguntas que não podem ser resolvidas baseando-se em uma equação matemática, ou seja, não devem ser de fácil solução, aplicando-se uma fórmula ou equação. Devem promover boas discussões entre os estudantes e uma melhora no entendimento dos alunos sobre o conteúdo da disciplina.

Para responder ao teste conceitual pela primeira vez, o estudante escolhe a sua resposta sem haver nenhum diálogo com o colega. Para isso foi utilizado o aplicativo gratuito

---

<sup>2</sup> No caso dessa pesquisa, as leituras foram trechos retirados do livro *Alice no País do Quantum* (GILMORE, 1998)



Socrative<sup>3</sup>, disponibilizado gratuitamente para estudantes e professores que pode ser instalado em *smartphones*, *tablets* e computadores. O aplicativo permite que o professor verifique as respostas dos alunos em sala em tempo real dessa maneira, o professor pode verificar as alternativas escolhidas simultaneamente à resposta do aluno. O uso do aplicativo permite que os estudantes participem anonimamente ou que se identifiquem; garante a participação de todos presentes que pode ser verificada pelo educador; envolve o aluno ativamente, já que todo o tempo esse deve escolher respostas e manipular seu equipamento eletrônico e fornece feedback imediato ao professor permitindo que ele verifique a porcentagem de erros e acertos. Outro ponto importante do *feedback* a partir do uso deste dispositivo eletrônico é que o professor poderá ser capaz de localizar na sala de aula quais são os alunos com dúvidas, quem são aqueles que marcaram a alternativa correta e aqueles que erraram o teste conceitual.

As principais desvantagens da utilização dessa tecnologia são a necessidade de uma rede wifi na escola e uma preparação prévia do professor para entender o funcionamento do aplicativo, para garantir um domínio da tecnologia. Caso a escola não ofereça essa tecnologia, a opção é fazer cartões de resposta (chamados de *flahscards*), em que estão desenhadas as opções de respostas com cores diferenciadas. É importante que a escolha das alternativas pelos estudantes seja feita por meio desses dois métodos (cartão de resposta ou eletronicamente) e não oralmente ou por uma votação, em que os alunos levantem as mãos, para que não ocorra interferência entre as repostas dos colegas.

O quadro 1, a seguir faz um resumo dos tempos de duração de cada fase e das etapas da aplicação dos testes conceituais. A principal modificação trazida por essa metodologia diz respeito à transformação da postura do aluno em sala de aula. O estudante com as discussões dos testes conceituais tem a oportunidade de falar e não ficar somente escutando, como em uma aula tradicional. Quando ele defende a sua opinião e argumenta com seus colegas, há um aumento considerável do número de respostas corretas. O estudante se sente responsável pelo processo de aprendizagem, contribuindo para uma melhora do seu processo. O professor nessa aula tem um papel de mediador da discussão, deve escutar a opinião dos alunos e fazer perguntas que auxiliem na instrução pelos colegas.

O principal aspecto do uso do método *peer instruction* é a mudança do papel do professor que passa de um transmissor de conteúdo (“sábio no palco”) para um facilitador,

---

<sup>3</sup> O aplicativo Socrative é disponibilizado gratuitamente no endereço da web: <https://www.socrative.com>.

que auxilia os estudantes nas atividades, interagindo com eles e com suas questões. Neste sentido, o emprego desta metodologia ativa de aprendizagem é uma mudança de posição em relação ao ensino: é deslocar a atenção dada ao professor e colocar a atenção no estudante e no aprendizado.

Conforme sabemos, as aulas expositivas demandam muito tempo e com frequência muitos tópicos não são devidamente abordados pelo professor em sala de aula. A principal modificação trazida por essa metodologia diz respeito à transformação da postura do aluno em sala de aula. O estudante com as discussões dos testes conceituais tem a oportunidade de falar e não ficar somente escutando, como em uma aula tradicional. Quando ele defende a sua opinião e argumenta com seus colegas, há um aumento considerável do número de respostas corretas. O estudante se sente responsável pelo processo de aprendizagem, contribuindo para uma melhora do seu processo. O professor nessa aula tem um papel de mediador da discussão, deve escutar a opinião dos alunos e fazer perguntas que auxiliem na instrução pelos colegas.

Quadro 1- Esquema da aplicação do teste *peer instruction* (CROUCH et al., 2007, p.6-7)

<b>1. O teste é colocado aos alunos</b>	<b>1 minuto</b>
<b>2. É dado tempo para os estudantes pensarem</b>	<b>1- 2 minutos</b>
<b>3. Os estudantes escolhem o cartão ou gravam no aparelho eletrônico- <i>clicker</i> a resposta correta.</b>	
<b>4. Os estudantes discutem sua resposta com o vizinho</b>	<b>2- 4 minutos</b>
<b>5. Os estudantes gravam no aparelho eletrônico ou escolhem o cartão com sua resposta revisada.</b>	
<b>6. <i>Feedback</i> das respostas ao professor.</b>	
<b>7. Explicação da resposta correta pelo professor</b>	<b>2 minutos ou mais</b>

Fonte: CROUCH *et al.* (2007).

Conforme sabemos, as aulas expositivas demandam muito tempo e com frequência muitos tópicos não são devidamente abordados pelo professor em sala de aula. A principal modificação trazida por essa metodologia diz respeito à transformação da postura do aluno em

sala de aula. O estudante com as discussões dos testes conceituais tem a oportunidade de falar e não ficar somente escutando, como em uma aula tradicional. Quando ele defende a sua opinião e argumenta com seus colegas, há um aumento considerável do número de respostas corretas. O estudante se sente responsável pelo processo de aprendizagem, contribuindo para uma melhora do seu processo. O professor nessa aula tem um papel de mediador da discussão, deve escutar a opinião dos alunos e fazer perguntas que auxiliem na instrução pelos colegas.

Além disso, queremos destacar que o *peer instruction* não é a única metodologia de ensino possível de ser empregada em sala de aula nestas mesmas condições, pois existem inúmeras outras metodologias ativas que contribuem para a melhoria da aprendizagem em sala, dentre elas podemos citar brevemente: ensino híbrido, gamificação, aprendizagem baseada em grupos, aprendizagem baseada em projetos, aprendizagem baseada em problemas, dentre outras.

### **Os sujeitos da pesquisa**

A sequência didática foi aplicada por um professor em formação inicial do Curso de Licenciatura em Ciências Exatas do Instituto de Física da USP de São Carlos, durante a realização de um minicurso de 8h para estudantes do Ensino Médio de uma escola pública. O referido professor já havia realizado uma disciplina obrigatória, denominada Estrutura da Matéria, na qual entrou em contato com os conceitos fundamentais sobre Mecânica Quântica.

### **O minicurso**

O tema do minicurso abordou o interferômetro Mach-Zehnder utilizando-se do simulador virtual *Doppelspalt* com o propósito de discutir os conceitos fundamentais sobre dualidade onda partícula no Ensino Médio. As atividades tinham como propósito permitir que os alunos comesçassem a estabelecer relações sobre a dualidade onda partícula, fornecendo explicações que estivessem na direção do conhecimento científico. Houve uma etapa prévia de um semestre de preparação do futuro professor de familiarização e transposição deste conteúdo para o Ensino Médio com a elaboração de roteiros de aulas, utilização de

simuladores computacionais, elaboração de testes conceituais e implementação da metodologia em um grupo-piloto de 20 alunos de uma escola pública do município de São Carlos.

A sequência didática que incluía a atividade com o interferômetro de Mach-Zehnder foi apresentada aos estudantes durante um minicurso que teve duração total de oito horas, dividido em 4 horas no período da manhã e 4 horas no período da tarde. O minicurso foi realizado no campus da USP- São Carlos para alunos dos três anos do ensino médio oriundos de escolas públicas, voluntários à pesquisa. Foi organizado em um laboratório de física da Universidade (USP-São Carlos) com os estudantes participantes distribuídos nas bancadas (totalizando quatro bancadas), com até 5 alunos por bancada, totalizando 19 alunos presentes ao minicurso.

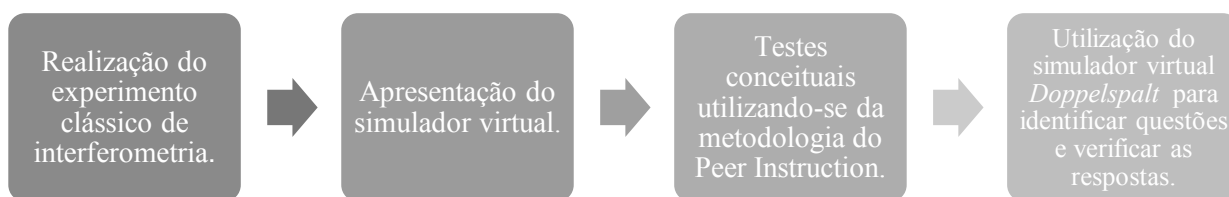
Os conteúdos abordados na sequência foram: i) o funcionamento do interferômetro de Mach-Zehnder, ii) a destruição do padrão de interferência nos detectores  $D_1$  e  $D_2$  com a retirada do semi espelho  $S_2$ , iii) a detecção de fótons no detector  $D_1$  emitidos em regime monofotônico com a retirada do semi espelho  $SE_2$ , iv) a detecção de fótons no detector  $D_2$  emitidos em regime monofotônico com a retirada do semi espelho  $SE_2$  e, finalmente, v) a detecção de fótons nos detectores  $D_1$  ou  $D_2$  emitidos em regime monofotônico com a presença do semi espelho  $SE_2$ .

## ANÁLISE DOS DADOS

Apresentamos a seguir, os resultados das atividades realizadas com alunos do Ensino Médio de uma escola pública de São Carlos referente à parte que envolve ao funcionamento do interferômetro de Mach-Zehnder. A parte do minicurso correspondente ao experimento de Mach-Zehnder iniciou-se com um experimento clássico contando com um espelho, um semi espelho, polaroides e um feixe de laser. A demonstração tinha objetivo de apresentar aos estudantes a função desses objetos (semi espelhos, laser e polaroides), que eram desconhecidos da maioria deles. Foi usado também um simulador, o software *Doppelspalt* de distribuição gratuita para apresentar aos alunos a montagem do interferômetro, ilustrando os espelhos, semi espelhos e polaroides. A simulação foi mostrada por meio da projeção da imagem do computador em uma tela. Ao apresentar o simulador, foi feita uma

correspondência entre os espelhos, semi espelhos e feixe de laser do experimento montado na sala e os presentes no simulador virtual. Após a apresentação do simulador, os testes conceituais foram aplicados. Durante toda a aula foi utilizado o simulador juntamente com a metodologia do *peer instruction* com objetivos variados como: o de ilustrar as questões apresentadas nos testes, esclarecer a resposta das questões e auxiliar na explicação do professor. A seguir apresentamos uma tabela descritiva de como ocorreu o funcionamento do *peer instruction* (figura 7).

Figura 7- Esquema da sequência didática do interferômetro Mach-Zenhder



Fonte: Autores.

A tabela 01 a seguir vem acompanhada do tempo médio de cada etapa, assim como as atividades e ações desenvolvidas pelo professor ao aplicar a metodologia. A seguir são apresentados os testes acompanhados de dois gráficos que indicam o resultado das votações antes e após o *peer instruction* (a barra marcada de preto indica a afirmativa correta).

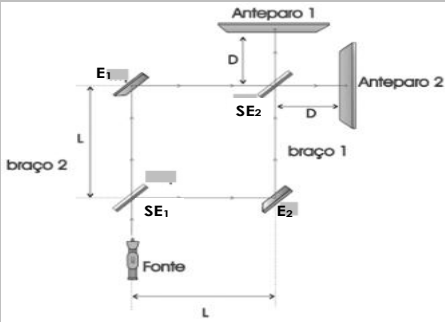
Tabela 01: Funcionamento *peer instruction* na sequência didática

Tempo (duração)	Atividade desenvolvida	Ação do professor
2:20 min	Apresentação da primeira questão, seguida das respostas individuais dos alunos.	O professor aguarda na frente da sala até o término das respostas individuais; verifica por meio do aplicativo <i>Socrative</i> as porcentagens de respostas e confere se todos os estudantes responderam.
4:50 min	Discussão entre os colegas no grupo após a resposta individual.	O professor aproxima-se de grupos variados de alunos e auxilia na discussão entre os colegas.
7:30 min	Fechamento da questão pelo professor.	O professor realiza uma explicação sobre a questão para toda a sala, indicando a resposta correta.

Fonte: Os autores.

O primeiro teste ocorreu após a professora mostrar o padrão de interferência formado nos anteparos por meio do simulador virtual. O teste era sobre o porquê da formação do padrão de interferência nos anteparos (figura 8).

Figura 8- O funcionamento do interferômetro de Mach-Zehnder



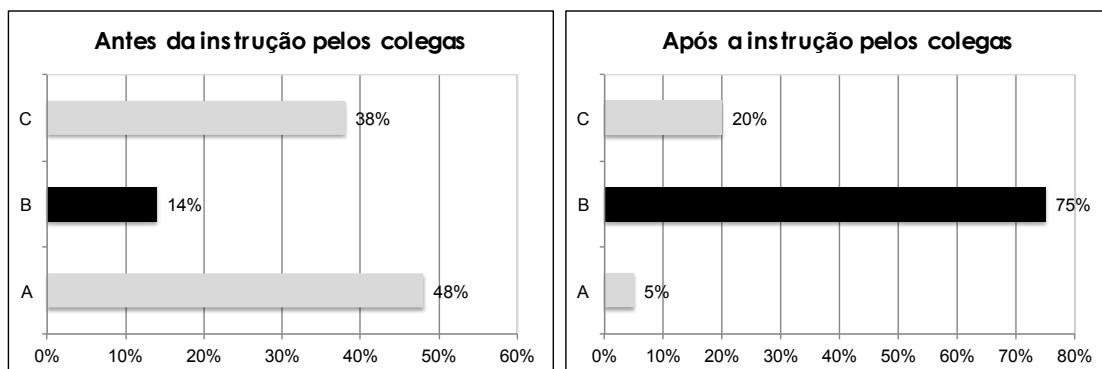
**Episódio 1: O funcionamento do interferômetro de Mach-Zehnder**

O interferômetro de Mach-Zehnder é montado de acordo com o esquema ilustrado na figura em que  $E_1$  e  $E_2$  são espelhos 100% refletores e  $S_1$  e  $S_2$  são espelhos semi-refletores (que refletem e transmitem 50% da luz incidente sobre eles). Se a fonte emitir luz plana polarizada (laser) será formada no detector  $D_1$  e no detector  $D_2$  figuras de interferência. Isso ocorre porque a luz sofre:

- múltiplas interferências até chegar aos anteparos.
- superposição entre os feixes que seguem caminhos diferentes.
- reflexões nos espelhos e nos semi espelhos.

Fonte: Os autores.

Gráficos 1 e 2- Porcentagem de erros e acertos das respostas aos testes, antes da instrução pelos colegas e depois da instrução pelos colegas



Fonte: Os autores.

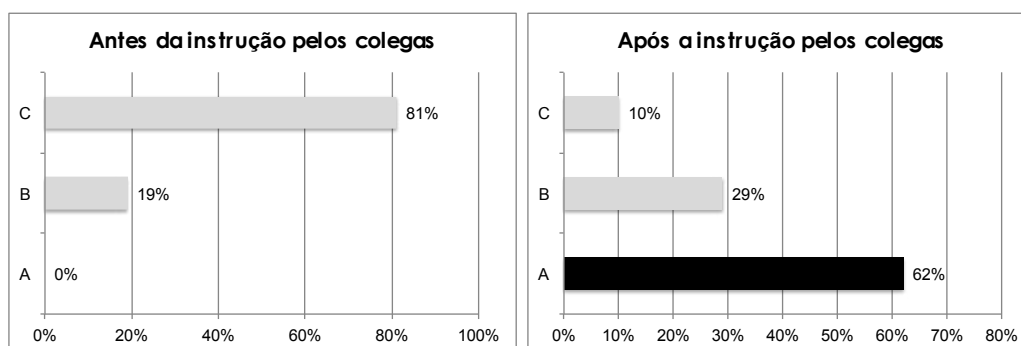
Como opções de resposta os alunos tinham a letra A, que justificava o padrão formado pelas múltiplas interferências sofridas até chegar nos anteparos, como se a interferência fosse acontecendo pelo caminho até atingir o anteparo. Essa alternativa obteve 48% de respostas após a primeira votação, em que cada estudante faz a sua escolha individual. A alternativa C justifica o fenômeno da interferência com as reflexões nos espelhos e semi espelhos, apesar das reflexões ocorrerem elas não justificam o padrão formado nos anteparos, que ocorre devido a superposição dos feixes provocadas pelo semi espelho  $SE_2$ . Houve um aumento percentual de 61% no número de acertos da questão, em relação a primeira votação (gráficos 1 e 2). Antes da instrução pelos colegas, os alunos, na sua maioria (86%), pensavam que o padrão de interferência era formado pelas múltiplas reflexões que aconteceriam antes de chegar aos anteparos (alternativa A) e pelas reflexões nos espelhos e semi espelhos (alternativa C). Os estudantes atribuíam o padrão de interferência formado ao que acontecia no caminho até os anteparos e não a superposição dos feixes. Após a discussão entre pares, há a convergência para resposta correta que indica a superposição entre os feixes como causadora do padrão de interferência. Mesmo após a discussão, 20% dos alunos ainda acreditam que o motivo da formação da interferência se deve as reflexões nos espelhos e semi espelhos.

A segunda questão sobre o interferômetro foi apresentada em sequência aos estudantes, logo após a explicação da questão sobre o porquê da formação do padrão de interferência. Nesse teste (figura 9) há uma pergunta sobre o que acontecerá com as figuras de interferência com a retirada do semi espelho  $SE_2$ . Ao retirar o semi espelho  $SE_2$ , há uma destruição no padrão de interferência nos anteparos 1 e 2 (alternativa correta A), já que não há a superposição de feixes. O semi espelho  $SE_2$  possibilita uma nova reflexão e transmissão de cada um dos feixes que percorrem caminhos diferentes no simulador. As outras alternativas da questão indicam que o padrão de interferência aparecerá em apenas um dos anteparos ou permanecerá o mesmo.





Gráfico 3 e 4 - Porcentagem de erros e acertos das respostas ao teste antes da instrução pelos colegas e depois da instrução pelos colegas



Fonte: Os autores.

O próximo teste conceitual apresentado aos alunos foi sobre a detecção de fótons, emitidos um a um, no anteparo 1 (figura 10). O simulador permite a escolha do número de fótons emitidos por segundo permitindo também acelerar a emissão, para não se demorar horas como diz o enunciado da questão.

Figura 10- Detecção de fótons no anteparo 1 em regime monofotônico

**Episódio 3: Detecção de fótons no anteparo 1 em regime monofotônico**

Se, no experimento descrito acima, a intensidade da luz emitida pela fonte fosse tão tênue que apenas um fóton fosse emitido e cada vez (regime monofotônico), a uma taxa de um fóton por segundo, pode-se afirmar que, após algumas horas, o anteparo 1 (detector 1) indicaria:

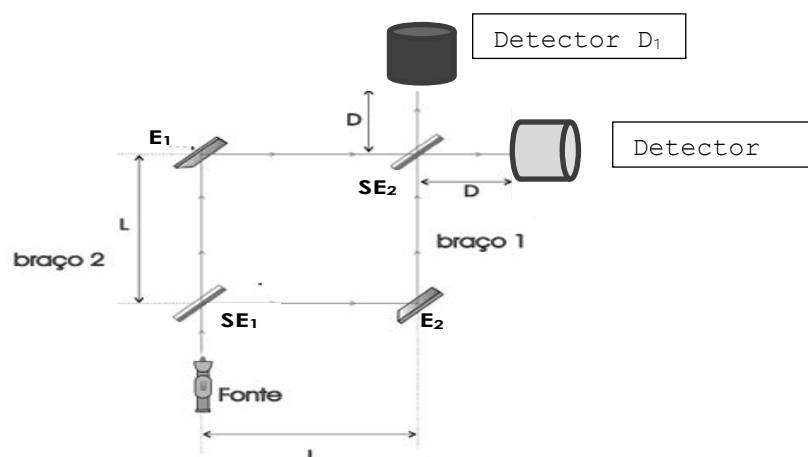
- (a) todos os fótons emitidos. (b) a grande maioria dos fótons emitidos.  
 (c) aproximadamente metade dos fótons emitidos.  
 (d) uma pequena minoria dos fótons emitidos. (e) nenhum dos fótons emitidos.

Fonte: Os autores.

O simulador *Doppelspalt* permite substituir os anteparos 1 e 2 por detectores denominados  $D_1$  e  $D_2$  respectivamente, que possuem contadores para determinar quantos fótons que chegam a cada um dos anteparos e estão localizados no ponto central da tela (figura 11). Os detectores funcionam contando os fótons que incidem em um determinado

local, quando o fóton incide libera um quantum de energia e é detectado pelo aparelho. Nessa questão a fonte emite fótons e todos eles serão acusados pelo detector  $D_1$ , já que o ponto central desse detector corresponde a um máximo de interferência, enquanto no detector  $D_2$  a probabilidade de detecção é nula já que corresponde a um ponto de interferência destrutiva. O fóton nesse experimento tem evidenciado um comportamento ondulatório (OSTERMANN *et al.*, 2009).

Figura 11- Esquema do interferômetro Mach Zehnder adaptado

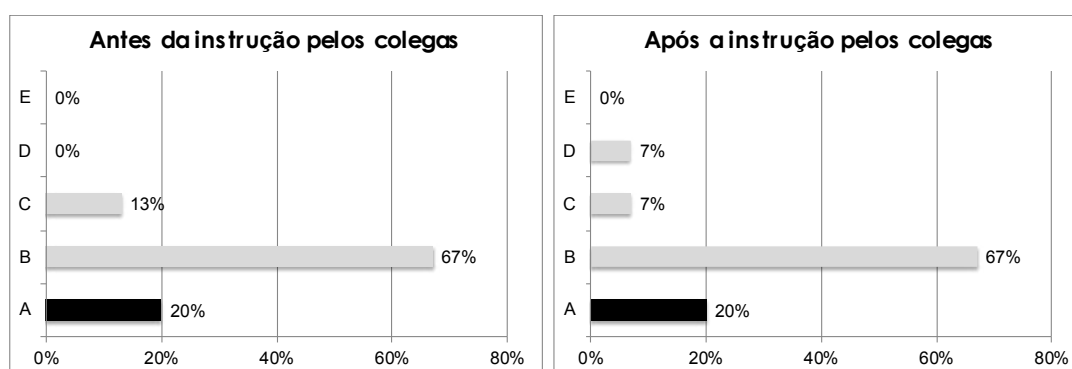


Fonte: Adaptado de RICCI; OSTERMANN; PRADO (2007).

Antes da discussão entre os pares a resposta que obteve a maior porcentagem foi a alternativa B, em que um dos detectores, o  $D_1$ , seria responsável por detectar todos os fótons. Isso permanece após a interação entre os alunos, não necessariamente os mesmos alunos escolheram B como alternativa correta, mas sim a mesma quantidade de alunos. As respostas das letras A e B permanecem da mesma forma com a mesma porcentagem de respostas corretas. A modificação que ocorreu nesse teste, após a instrução pelos colegas foi da escolha da letra D, que diz que o detector  $D_1$  detectaria alguns fótons. Uma suposição para a escolha das alternativas é que não há entendimento por parte dos alunos do comportamento ondulatório do fóton, eles consideram apenas o caráter de partícula. Após a coleta de dados, ocorreu a execução do simulador em que é mostrado todos os fótons detectados em  $D_1$ . Há

uma explicação com analogia ao experimento com o laser e o padrão de interferência exibido na tela.

Gráfico 5 e 6 - Porcentagem de erros e acertos das respostas ao teste antes da instrução pelos colegas e depois da instrução pelos colegas



Fonte: Os autores.

O próximo teste (figura 12) foi sobre a detecção de fótons com a retirada do semi espelho  $SE_2$ . O semi espelho  $SE_2$  é o responsável pelo acontecimento da interferência nos anteparos, já que ele coloca os fótons em uma superposição de estados. Ao retirar o semi espelho 2 ( $SE_2$ ), o padrão de interferência é destruído e metade dos fótons são detectados no anteparo 1 (detector  $D_1$ ) e a outra metade detectada no anteparo 2 (detector  $D_2$ ). O padrão de interferência é destruído, o fóton que percorre o caminho assinalado anteriormente na figura 4 de cinza claro chega ao anteparo 2 e o fóton que percorre o caminho cinza escuro chega ao anteparo 1, já que no semi espelho  $SE_1$  há uma probabilidade de 50% do fóton ser transmitido e 50% refletido. Nessa situação é evidenciado o caráter corpuscular do fóton.

Figura 12- Episódio 4: A detecção de fótons no anteparo 1 (detector D1) emitidos em regime monofotônico com a retirada do semi espelho  $SE_2$

**Episódio 4** :A detecção de fótons no anteparo 1 (detector D1) emitidos em regime monofotônico com a retirada do semi espelho  $SE_2$

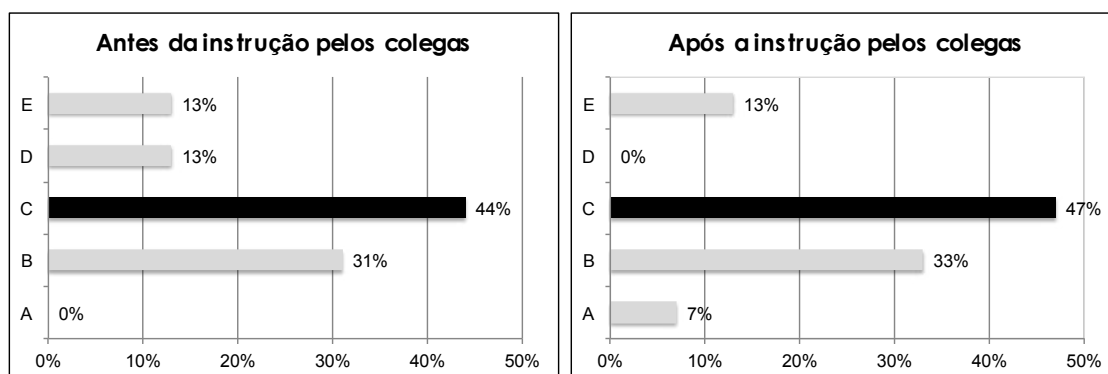
Suponha que, ainda em regime monofotônico, o espelho semi refletor  $SE_2$  fosse retirado do experimento. Pode-se afirmar que, após algumas horas, o detector  $D_1$  indicaria:

- (a) todos os fótons emitidos.                      (b) a grande maioria dos fótons emitidos.  
 (c) aproximadamente metade dos fótons emitidos.  
 (d) uma pequena minoria dos fótons emitidos.    (e) nenhum dos fótons emitidos.

Fonte: Os autores.

O gráfico 7 a seguir aponta o número de respostas corretas antes da instrução pelos colegas e o gráfico 8, após a instrução pelos colegas. O aumento do número de respostas corretas é de apenas 3%, deve-se ressaltar que a alternativa B (a grande maioria dos fótons emitidos) teve um aumento de 2% do número de repostas corretas, após a interação entre os pares. A alternativa D teve uma redução no número de escolhas, ficando sem nenhum voto após a realização do *peer instruction*. Da mesma forma do teste anterior, parte significativa dos estudantes, em torno de 30% que escolheram a alternativa B, desconhecem a função do semi espelho  $SE_2$ , que é a de colocar os fótons em uma superposição de estados.

Gráfico 7 e 8 - Porcentagem de erros e acertos das respostas ao teste antes da instrução pelos colegas e depois da instrução pelos colegas



Fonte: Os autores.

O último teste apresentado (figura 13) é sobre a detecção de um único fóton nos anteparos 1 e 2, ou nos detectores  $D_1$  ou  $D_2$  colocados no lugar dos anteparos 1 e 2 (figura 7 acima). A alternativa correta (letra D) afirma que o fóton tem 50% de chance de ser detectado em  $D_1$  e 50% de chance de ser detectado em  $D_2$ . Essa questão evidencia o caráter probabilístico da quântica e a questão das superposições de estado do fóton.

Figura 13- Episódio 5 A detecção de fótons nos anteparos 1 e 2 (detectores  $D_1$  ou  $D_2$ ) emitidos em regime monofotônico com a presença do semi espelho  $SE_2$

**Episódio 5** A detecção de fótons nos anteparos 1 e 2 (detectores  $D_1$  ou  $D_2$ ) emitidos em regime monofotônico com a presença do semi espelho  $SE_2$

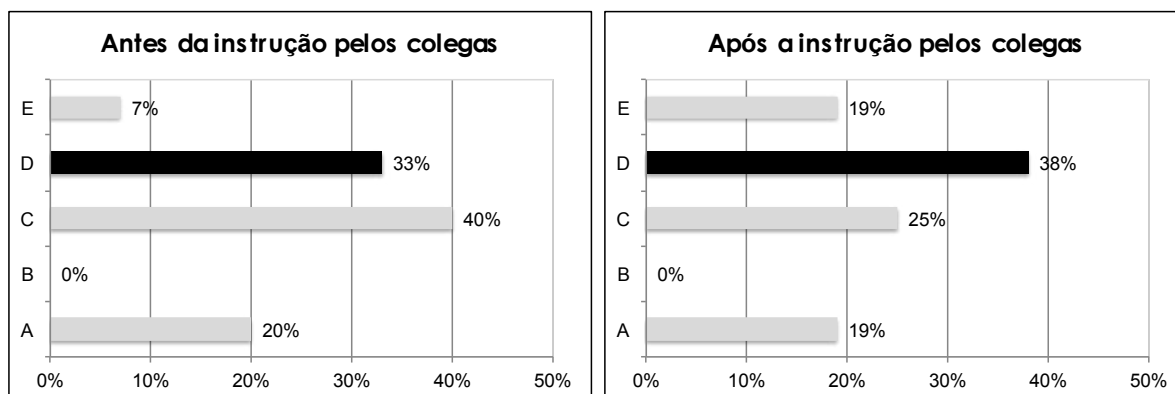
Se no arranjo experimental descrito com presença de  $SE_2$ , a fonte emitisse um único fóton, pode-se afirmar que:

- a) o fóton seria detectado com certeza no anteparo 1 (detector  $D_1$ ).
- b) o fóton seria detectado com certeza no anteparo 2 (detector  $D_2$ ).
- c) a metade do fóton seria detectada em cada anteparo simultaneamente.
- d) o fóton teria uma probabilidade de 50% de ser detectado no anteparo 1 ou 2.
- e) o fóton não seria detectado no anteparo 1 nem no anteparo 2.

Fonte: Os autores.

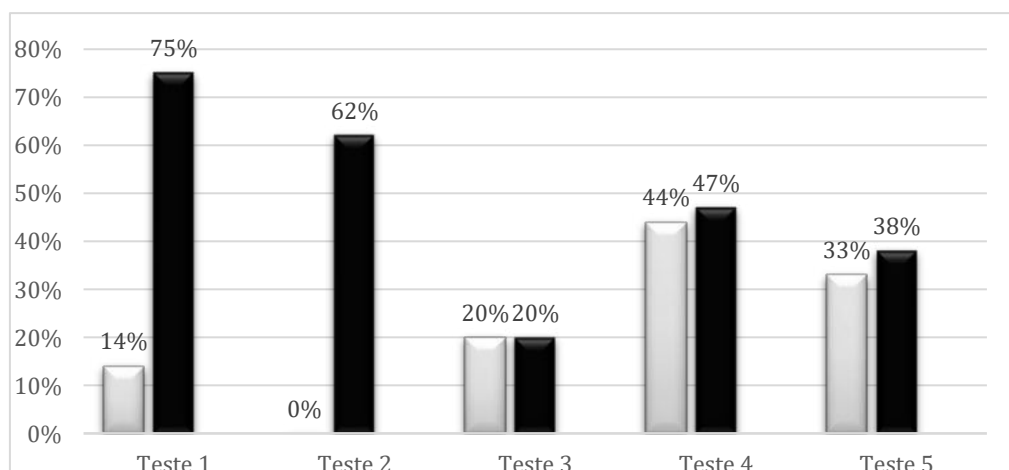
No gráfico 9 temos uma porcentagem de 40% dos alunos que marcaram a C como resposta correta, de que a metade do fóton seria detectada em cada detector, como se o fóton pudesse ser divisível. A alternativa B não foi escolhida em nenhuma das alternativas. Após a instrução pelos colegas, há um aumento de 5% no número de alunos que escolheram a resposta correta e uma diminuição de 15% do número de alunos que acreditavam que o fóton era divisível. Ocorre também após a interação entre os pares um aumento de 12% na escolha da alternativa E, em que o fóton não seria detectado em nenhum dos detectores.

Gráfico 9 e 10 - Porcentagem de erros e acertos das respostas ao teste antes da instrução pelos colegas e depois da instrução pelos colegas



Fonte: Os autores.

Gráfico 11 - Porcentagem de erros e acertos das respostas aos testes antes da instrução pelos colegas (claro) e depois da instrução pelos colegas (escuro).



Fonte: Os autores.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresentou uma sequência didática sobre o interferômetro de Mach Zehnder utilizando-se da metodologia do *peer instruction*. São apresentados os resultados de cinco testes aplicados a alunos do ensino médio de escolas públicas do município de São

Carlos (gráfico 11). O gráfico indica que, excetuando o teste 4, houve convergência para a resposta correta após o *Peer Instruction*.

Esses resultados apontam que as discussões realizadas entre colegas aumentaram significativamente o número de respostas corretas dos estudantes para os testes sobre o interferômetro de Mach Zehnder. Os motivos que levaram a esse aumento são: a interação entre os pares permite que os estudantes esclareçam as dificuldades com os colegas caso existam opiniões diversas; as dificuldades dos estudantes que aprenderam os conceitos recentemente são semelhantes e de mesmo nível apresentando um nível cognitivo diferente do professor que lida com o assunto há mais tempo; não há constrangimento entre colegas ao perguntar e discutir um conhecimento com o outro, o que difere um pouco da interação entre professor e aluno; e; as discussões dão mais clareza sobre o processo de aprendizagem e melhora a compreensão de conceitos físicos já que os alunos argumentam e discutem conceitos científicos entre si. Sayer, Marshman e Singh (2016) também apontam que como esse aprendizado por meio da instrução pelos colegas está inserido em um contexto social, os alunos têm mais facilidade de recordar e recuperar o que foi discutido em sala. Sugere-se o *peer instruction* como uma alternativa metodológica para o ensino de quântica no nível médio, já que esse método dá espaço a uma discussão conceitual da quântica, permitindo uma melhor compreensão sobre o tema.

## REFERÊNCIAS

CROUCH, Catherine H *et al.* Peer Instruction : Engaging Students One-on-One , All At Once **Research-Based Reform of University Physics**, n. 1, p. 1–55, 2007.

FANARO, Maria De Los Angeles; ARLEGO, Marcelo; OTERO, Maria Rita. El método de caminos múltiples de Feynman como referencia para introducir los conceptos fundamentales de la mecánica cuántica en la escuela secundaria. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 233–260, 2007.

FANARO, Maria De Los Angeles; OTERO, Maria Rita; ARLEGO, Marcelo. Teaching the foundations of quantum mechanics in secondary school : a proposed conceptual structure. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 1, p. 37–64, 2009.

GILMORE, Robert. *Alice no País do Quantum*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998.

GRECA, Ileana Maria; FREIRE JÚNIOR, Olival. Does an Emphasis on the Concept of Quantum States Enhance Students' Understanding of Quantum Mechanics? **Science & Education**, v. 12, p. 541–557, 2003.

GRECA, Ileana Maria; HERSCOVITZ, Victoria E. Superposição linear em ensino de mecânica quântica. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 1, p. 1–17, 2011.

GRECA, Ileana Maria; MOREIRA, Marco Antonio; HERSCOVITZ, Victoria E. Uma Proposta para o Ensino de mecânica quântica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, p. 444–457, 2001.

HADZIDAKI, Pandora; KALKANIS, George; STAVROU, Dimitrios. Quantum mechanics: a systemic component of the modern physics paradigm. **Physics Education**, v. 35, n. 6, p. 386–392, 2000.

HÉRAUD, Jean Loup *et al.* Representing the Quantum Object Through Fiction in Teaching: The Ontological Contribution of Gamow's Narrative as Part of an Introduction to Quantum Physics. **Science and Education**, v. 26, n. 3–4, p. 299–322, 2017.

JOHANSSON, Anders *et al.* “Shut up and calculate”: the available discursive positions in quantum physics courses. **Cultural Studies of Science Education**, v. 13, n. 1, p. 205–226, 2018.

KALKANIS, George; HADZIDAKI, Pandora; STAVROU, Dimitrios. An instructional model for a radical conceptual change towards quantum mechanics concepts. **Science Education**, v. 87, n. 2, p. 257–280, 24 mar. 2003. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/sce.10033>>. Acesso em: 3 maio 2014.

KE, Jiun-Liang; MONK, Martin; DUSCHL, Richard. Learning Introductory Quantum Physics: Sensori-motor experiences and mental models. **International Journal of Science Education**, v. 27, n. 13, p. 1571–1594, jan. 2005. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500690500186485>>. Acesso em: 12 abr. 2014.

LEVRINI, Olivia; FANTINI, Paola. Encountering Productive Forms of Complexity in Learning Modern Physics. **Science & Education**, v. 22, n. 8, p. 1895–1910, 24 mar. 2013. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s11191-013-9587-4>>. Acesso em: 6 abr. 2014.

LOBATO, Teresa; GRECA, Ileana María. Análise da inserção de conteúdos de teoria quântica nos currículos de física do ensino médio. **Ciência e Educação**, v. 11, n. 1, p. 119–132, 2005.

MAZUR, Eric. **Confessions of a converted lecturer**. . Estados Unidos: UNIL, Lausanne: UnilTV. Disponível em: <<http://www.youtube.com/watch?v=ZpNjem3p0Ak%3E>>. , 2012



MCKAGAN, S. B. *et al.* A research-based curriculum for teaching the photoelectric effect. **American Journal of Physics**, v. 77, n. 1, p. 87, 2009. Disponível em:

<<http://link.aip.org/link/AJPIAS/v77/i1/p87/s1&Agg=doi>>. Acesso em: 11 abr. 2014.

MORAIS, Angelita; GUERRA, Andreia. História e a filosofia da ciência : caminhos para a inserção de temas física moderna no estudo de energia na primeira série do Ensino Médio.

**Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 1502-1-15-2-9, 2013.

MÜLLER, Rainer; WIESNER, Hartmut. Teaching quantum mechanics on an introductory level. **American Journal of Physics**, v. 70, n. 3, p. 200–209, 2002. Disponível em:

<<http://link.aip.org/link/AJPIAS/v70/i3/p200/s1&Agg=doi>>. Acesso em: 1 out. 2014.

OLSEN, Rolf V. Introducing quantum mechanics in the upper secondary school: A study in Norway. **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 6, p. 565–574, jun. 2002.

Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09500690110073982>>. Acesso em: 12 abr. 2014.

OSTERMANN, Fernanda *et al.* Fundamentos da física quântica à luz de um interferômetro virtual de Mach-Zehnder. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 3, p. 1094–1116, 2009.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antônio. Atualização do currículo de física na escola de nível médio: um estudo dessa problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores. **Caderno Catarinense Ensino Física**, v. 18, n. 2, p. 135–151, 2001.

PEREIRA, Alexsandro; OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, Cláudio. On the use of a virtual Mach–Zehnder interferometer in the teaching of quantum mechanics. **Physics Education**, v. 44, n. 3, p. 281–291, 1 maio 2009. Disponível em: <<http://stacks.iop.org/0031-9120/44/i=3/a=008?key=crossref.7e79da808a9db485d957d44f2e40b5e8>>.

POSPIECH, Gesche. Philosophy and Quantum Mechanics in Science Teaching. **Science & Education**, v. 12, p. 559–571, 2003.

POSPIECH, Gesche. Uncertainty and complementarity: the heart of quantum physics.

**Physics Education**, v. 35, n. 6, p. 393–399, 20 nov. 2000. Disponível em:

<<http://stacks.iop.org/00319120/35/i=6/a=303?key=crossref.19039728d15c2ed5bddc279ba821f7b6>>.

RICCI, Trieste Freire; OSTERMANN, Fernanda; PRADO, Denise. O tratamento clássico do interferômetro de Mach-Zehnder : uma releitura mais moderna do experimento da fenda dupla na introdução da física quântica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, p. 79–88, 2007.

SALES, Gilvandenys Leite *et al.* Atividades de modelagem exploratória aplicada ao ensino de física moderna com a utilização do objeto de aprendizagem pato quântico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 3, p. 3501–11, 2008.

SAYER, Ryan; MARSHMAN, Emily; SINGH, Chandralekha. Case study evaluating Just-In-Time Teaching and Peer Instruction using clickers in a quantum mechanics course. **Physical Review Physics Education Research**, v. 12, p. 1–23, 2016.

SCHELL, Julie. **6 Big Ideas about Flipped Classrooms**. Disponível em: <<http://blog.peerinstruction.net/2012/11/16/5-big-ideas-about-flipped-classrooms/>>.

SOUZA, Rafaelle da Silva *et al.* Contributos ao ensino de mecânica quântica a partir da análise da complexidade de questões presentes no ENADE à luz da Taxonomia de Bloom revisada. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, n. 4, p. 1–15, 2020.

ZANOTELLO, Marcelo; CAMARGO, Leiana. Uma Análise da Constituição de Saberes Relativos ao Ensino de Física Quântica em um Curso de Licenciatura. **Ciência & Educação**, v. 16, n. e20006, p. 1–16, 2020.

## A UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO NA APRENDIZAGEM DOS CONTEÚDOS DE FÍSICA

**Meiri das Graças Cardoso**

Mestre pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTFPR. Professora do Colégio Positivo Santa Maria/PR. Email: cardosomeiri@hotmail.com

**Juliana Fernandes Lança**

Mestre em Educação pela Universidade de São Paulo/USP. Professora alfabetizadora, com atuação profissional na Educação Infantil e Anos Iniciais do Ensino Fundamental. E-mail: jufl@uol.com.br

**Resumo:** O ensino de Física, no contexto escolar, exige uma abordagem pedagógica inovadora, capaz de atender a complexidade do processo de ensino e aprendizagem para além da memorização excessiva do conteúdo. Visando compreender os métodos avaliativos e sanar as dificuldades vivenciadas pelos alunos ao ingressarem no Ensino Médio, com relação à disciplina de Física, o presente artigo tem como objetivo avaliar quais são as possíveis contribuições que a utilização da robótica educacional promove no processo de avaliação de aprendizagem nos conteúdos de Física nos anos finais do Ensino Fundamental. No âmbito metodológico, a pesquisa apoiou-se em uma análise qualitativa participativa, dentro da práxis como estrutura metodológica. Para a realização do estudo, a pesquisa contou com a participação de 14 alunos do 7º ano de uma escola da rede particular de ensino. O conteúdo abordado foi velocidade média, conteúdo visto na disciplina de Física. No que diz respeito ao tratamento dos resultados gerados pelo uso da robótica, os mesmos foram fundamentados no processo de avaliação de aprendizagem, o que culminou em observações e reflexões sobre o processo de ensino e aprendizagem dos alunos e a prática pedagógica do professor, resultando em mudanças significativas na postura do aluno e uma melhor compreensão do conteúdo.

**Palavras-chave:** Ensino de Física, Avaliação da Aprendizagem, Robótica Educacional.

## THE USE OF EDUCATIONAL ROBOTICS AS AN EVALUATION INSTRUMENT IN LEARNING PHYSICS CONTENT

**Abstract:** The teaching of Physics, in the school context, requires an innovative pedagogical approach, capable of meeting the complexity of the teaching and learning process in addition to the excessive memorization of the content. Aiming to understand the evaluation methods and remedy the difficulties experienced by students when they enter high school, in relation to the discipline of Physics, this article aims to evaluate what are the possible contributions that the use of educational robotics, as an assessment tool, promotes in the process of learning the

contents of this discipline in the final years of elementary school, that is, evaluating which contributions the use of educational robotics promotes in the process of learning assessment in the contents of physics in the final years of elementary school. In the methodological scope, the research was supported by a qualitative participatory analysis, within the praxis as a methodological structure. In order to carry out the study, the research counted on the participation of 14 7th grade students from a private school. The content covered was medium speed, content seen in the discipline of Physics. With regard to the treatment of the results generated by the use of robotics, they were based on the learning evaluation process, which culminated in observations and reflections on the students' teaching and learning process and the teacher's pedagogical practice, resulting in changes in the student's posture and a better understanding of the content.

**Keywords:** Teaching Physics, Learning Assessment, Educational Robotics.

## INTRODUÇÃO

O ensino de Física, atrelado ao currículo escolar, é uma disciplina de grande importância, uma vez que, propicia aos discentes entenderem o universo a seu redor, os fenômenos e os acontecimentos que permeiam seu cotidiano.

O processo de ensino e aprendizagem relacionados à disciplina de Física, principalmente no Ensino Médio, vem sendo tema de inúmeras pesquisas e estudos, que visam discutir metodologias e práticas pedagógicas, proporcionando a superação das dificuldades enfrentadas pelos alunos nessa área do conhecimento. Alguns estudos apontam que os alunos ao ingressarem no Ensino Médio se deparam com a disciplina de Física, e conseqüentemente, este fato leva ao início de um grande dilema na formação do conhecimento científico. Mas, por que isso ocorre?

Nos anos finais do Ensino Fundamental, as disciplinas de Química, Física e Biologia, são trabalhadas de forma integrada às disciplinas de Ciências e Matemática. Contudo, de acordo com a BNCC, a dissociação destas disciplinas ocorre no Ensino Médio, sendo trabalhadas de forma isolada, levando-os a ingressarem nesta próxima etapa de ensino, na qual os alunos acabam encontrando dificuldades na aprendizagem.

Segundo Cavalcante (2010), a disciplina de Física no Ensino Médio, passa a exigir diversos conhecimentos adquiridos ao longo dos anos finais do Ensino Fundamental. A falta de conhecimentos básicos em leitura, interpretação de textos e conteúdos da Matemática básica, são fatores que prejudicam a aprendizagem do estudante no primeiro contato com a

Física. O autor, ainda, deixa claro que se não há uma boa base em todos os conteúdos interdisciplinares nos anos escolares anteriores, principalmente na Matemática, o aluno irá apresentar dificuldades para compreender os conceitos de Física, ou seja, é essencial que haja a relação entre estas duas disciplinas. Convergindo com este pensamento, Pietrecola (2002) entende que é através de uma adequada base Matemática que os alunos conseguirão garantir o seu sucesso na aprendizagem de Física no Ensino Médio.

De acordo com Andrade et al (2018), o ensino de Matemática é considerado uma importante ferramenta que complementa o ensino de Física, uma vez que, por meio da utilização da linguagem Matemática que são construídos os modelos que expressam situações envolvendo fenômenos físicos. Sendo assim, faz-se necessário que os professores dos anos finais do Ensino Fundamental, ao ensinar tais conteúdos relacionados à Matemática básica, façam uma ponte entre o ensino de Matemática e Física, demonstrando a ligação que as disciplinas, e principalmente seus conteúdos, possuem.

[...] o ensino de Matemática prestará sua contribuição, à medida que forem exploradas metodologias que priorizem a criação de estratégias, a comprovação, a justificativa, a argumentação, o espírito crítico, e favoreçam a criatividade, o trabalho coletivo, a iniciativa pessoal e a autonomia advinda do desenvolvimento da confiança na própria capacidade de conhecer e enfrentar desafios (BRASIL, 2000, p. 31).

Buscando renovar e superar as dificuldades vivenciadas pelos alunos do Ensino Médio com relação à disciplina de Física, o presente artigo tem como objetivo avaliar quais contribuições a utilização da robótica educacional promove no processo de avaliação de aprendizagem nos conteúdos de Física nos anos finais do Ensino Fundamental.

Metodologicamente a pesquisa pautou-se em uma análise qualitativa, dentro das práxis como estrutura metodológica, utilizando-se da relação teoria e prática como forma de análise. Além disso, pautou-se em uma experiência real de ensino, com o intuito de fazer uma pesquisa empírica e analisar o contexto da sala de aula.

No que se refere à análise dos resultados, para o âmbito educacional, a atividade foi relevante, uma vez que situações que envolvem manipulação, construção e programação de objetos tecnológicos, permitem que os alunos participem de forma efetiva em seu aprendizado. Deste modo, a análise foi realizada a partir da observação da experiência, da

contextualização com o ambiente escolar e o processo de ensino e aprendizagem, e por fim, com base nas teorias já fundamentadas sobre o assunto.

No decorrer do artigo, foi abordado conceitos, como metodologias ativas e robótica educacional, que deram embasamento teórico ao nosso estudo. Foi explanado detalhadamente como ocorreram as atividades propostas aos alunos referentes ao ensino de Física, e a maneira como foram analisados os resultados após a aplicação da proposta, concluindo essa pesquisa avaliando quais as possíveis contribuições que a utilização da robótica educacional, enquanto instrumento de avaliação, promove no processo de aprendizagem dos conteúdos desta disciplina nos anos finais do Ensino Fundamental.

## **METODOLOGIAS ATIVAS E O ENSINO DE FÍSICA NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM**

O ensino de Física exige uma abordagem pedagógica inovadora, capaz de atender a complexidade do processo de ensino e aprendizagem que vai além da memorização excessiva de conteúdos e fórmulas. A abordagem didática-metodológica tradicional utilizada por muitos professores não desenvolve no estudante o pensamento crítico e nem tão pouco, as habilidades para a resolução de problemas reais da sociedade. Deste modo, o ensino precisa caminhar para realizar a articulação entre os conteúdos e sua aplicabilidade. De forma, que seja possível desenvolver as habilidades nos estudantes para que as competências sejam atingidas.

Devido à predominância de um ensino com influência do método tradicional, no qual o aluno tem uma postura passiva no processo de ensino e aprendizagem, na qual, apenas recebe e memoriza informações, surge a necessidade de que se crie um novo perfil do professor. O processo de ensino e aprendizagem para que seja significativo na disciplina de Física deve proporcionar espaço para a comunicação, a troca de opiniões dos alunos entre si e com o professor, enfim, que a construção do conhecimento esteja baseada na ação e reflexão e não simplesmente na transmissão e reprodução de informações. Nesse contexto, a formação do professor deve ser repensada, buscando uma postura reflexiva, investigativa, crítica, procurando ressignificar saberes já construídos. (Diesel, Baldez e Martins, 2017).

Consequentemente se faz necessário que o professor reveja sua prática pedagógica. Nesse novo cenário, surgem as metodologias ativas, uma grande aliada no processo de ensino e aprendizagem. De acordo com Diesel, Baldez e Martins (2017), as metodologias ativas estão fundamentadas na premissa de que o aluno, e não o professor encontra-se no centro do processo de ensino e aprendizagem, passando, assim, a ter maior participação na construção do seu próprio conhecimento. Nesse caso, ele poderá desenvolver algumas habilidades como autonomia, trabalho em equipe, capacidade de inovar e refletir diante de situações problemáticas. Conforme mostra a figura 1.



Figura 1 – Alguns elementos constituintes das metodologias ativas de ensino  
Fonte: Diesel, Baldez e Martins (2017).

Neste contexto, para Khoeler et. al. (2012) a aprendizagem ativa é aquela que exige a participação intensa e dinâmica dos alunos, abandonando a postura passiva das aulas tradicionais. Na aprendizagem ativa, o professor é considerado o mediador, estimulando entre os alunos as discussões, nesse caso o aluno acaba sendo o protagonista de seu processo de ensino e aprendizagem, promovendo dessa forma, sua autonomia intelectual e social.

Morán (2015) expõe que o professor precisa “dar menos aula”, promovendo mais intensamente o trabalho cooperativo. No rol das metodologias ativas de aprendizagem, Pinto et al (2014) destacam as seguintes categorias:

- Aprendizagem cooperativa;
- Aprendizagem por pares;
- Método de estudo de caso;
- Problematização;
- Simulações;
- Seminários;
- Visitas de estudos;
- Aprendizagem baseada em projetos.

É importante que o professor invista em metodologias, práticas atrativas e interativas, envolvendo o aluno na construção de seu conhecimento, sendo agente principal do processo de ensino e aprendizagem, afim de que ele seja autônomo, desenvolva a aptidão, seja colaborativo, tenha confiança, seja protagonista do saber, tenha senso critico para a tomada de decisões, que esteja envolto no processo de aprendizagem com empatia e responsabilidade, participando ativamente da construção do ensino e da aprendizagem.

Quando abordamos o ensino de Física, o mesmo pode desenvolver no estudante a capacidade de enfrentar situações do cotidiano, trabalhos em grupo, a redescoberta, a resolução de problemas individualmente e coletivamente com exercícios de competência de vida em comunidade, porém isso não se dá de forma espontânea, e o que deve ser feito?

Para isso, é necessário um modelo de aprendizagem que permita a formação, mas com forte desenvolvimento da formação de habilidades, competências, atitudes e valores. A organização de um processo de aprendizagem ativa está baseada na construção de novos conhecimentos a partir dos conhecimentos de que o estudante já dispõe, permitindo que o ensino seja interativo, centrado no estudante e auto direcionado, atribuindo sentido ao que se faz no processo ensino e aprendizagem.

“A palavra ‘sentido’ parece estar cada vez mais presente nas preocupações dos professores sobre o ensino da matemática. ‘Como conseguir que os alunos encontrem o sentido da atividade matemática?’, ‘Os alunos agem mecanicamente sem dar sentido ao que fazem’, entre outras, são expressões habituais dos professores. A palavra ‘sentido’ parece explicar intenções, conquistas e frustrações. No entanto, questões como qual significado se atribui à palavra, onde se encontra o sentido, se é algo que o docente dá ou o aluno constrói e em que condições, longe de



serem claras e compartilhadas, comportam profundas diferenças e contradições”. (PANIZZA, 2006, p. 19, grifos do autor).

Nesse contexto, as metodologias ativas se apresentam como uma alternativa adequada para o ensino de Física. Vejamos quais as características de uma situação ativa de aprendizagem.

Atualmente, com o avanço tecnológico é necessário oportunizar situações em que os educandos dialoguem com novas situações contextualizadas, mais interessantes e que as atividades não sejam apenas resolver um problema sem sentido à vida, visto que, em muitos casos, as atividades limitam aos educandos a copiarem e reproduzirem os conteúdos transmitidos pelo professor, sem nenhuma contextualização. Para garantir uma aprendizagem eficaz, o educando necessita ser convidado a buscar, descobrir, construir, criticar, comparar, dialogar, analisar, vivenciar o próprio processo de construção do conhecimento (ZABALA, 1998).

Moran (2006), Kenski (2007), Morais e Andrade (2010), conferem as novas tecnologias um modelo mais atraente que enfatizam a colaboração, superado as atividades passivas conferidas aos modelos tradicionais. O ensino deve proporcionar atividades mais dinâmicas, através de métodos ativos, nos quais os educandos “possam inventar, ou reconstruir através da reinvenção e a capacidade de produzir ou de criar, e não apenas de repetir” (PIAGET, 1988, p. 17).

Segundo Guimarães (2009), devemos tornar os alunos sujeitos de sua própria aprendizagem, onde os conhecimentos prévios dos educandos sejam o referencial de estudo do próprio grupo, ou seja, trabalhar com a realidade dos educandos a partir dos saberes vivencial para incorporá-los aos conhecimentos científicos. As aulas práticas, enquanto aliadas a esta construção do conhecimento pelo próprio aluno, servem como estímulo e motivação, diante disso, podemos dizer que as aulas dinâmicas prendem a atenção do aluno, levando-os a despertarem o interesse suprimindo dessa forma a deficiência na aprendizagem em que se encontram.

Oliveira (2013) apresenta um modelo de ensino baseado em metodologias ativas, preocupados com a formação integral do estudante, procurando formar um cidadão do mundo. Para o autor, as metodologias ativas são processos interativos de conhecimento, análise de estudos, pesquisas e decisões individuais e coletivas, com a finalidade de encontrar

a solução para um problema, um caso, ou construir e executar um projeto. Nesse caso, o professor atua como facilitador ou orientador para que o estudante faça pesquisa, reflita e decida por si mesmo, o que estimula a autoaprendizagem e facilita a educação continuada porque desperta a curiosidade do aprendiz. Com isso, uma das principais contribuições da metodologia ativa é a transformação na forma de conceber o aprendizado, quando o professor proporciona que o aluno pense de maneira diferente e resolva problemas conectando ideias que, em princípio, parecem desconectadas, principalmente quando este está pela primeira vez tendo o contato com a Física no ensino fundamental.

Silva et al (2019), relata que com a finalidade de tornar o processo de ensino aprendizagem mais consistente, as metodologias ativas ensejam que o aluno seja o agente principal responsável pela sua aprendizagem e o professor tenha o papel de mediador e facilitador da aquisição do conhecimento.

## **O ENSINO DE FÍSICA ALIADO A ROBÓTICA EDUCACIONAL**

A Física está presente no desenvolvimento científico e tecnológico com importantes contribuições para a sociedade no que diz respeito ao âmbito social, político e econômico. Como disciplina, a Física explica fenômenos, acontecimentos e várias outras coisas que ocorrem no nosso dia a dia e que não compreendemos ou não nos atentamos para as situações. No Ensino Médio é uma prática que deveria desenvolver no aluno o senso de curiosidade, pois, a disciplina tem como fonte de estudo fenômenos que ocorrem no nosso cotidiano.

Gaspar (2008) afirma que para um exercício de Física ser resolvido, não basta apenas que o estudante saiba a teoria, ele precisa, além de tudo, saber identificar e decifrar as grandezas e variáveis que são importantes para a resolução deste problema, e para que isso aconteça, o aluno deve saber interpretar o enunciado das questões, utilizar as expressões matemáticas necessárias, saber equacioná-las e resolvê-las.

Por definição, “Física é a ciência que investiga as propriedades dos campos e as propriedades e a estrutura dos sistemas materiais, e suas leis fundamentais” (FERREIRA, 2000, p. 323). Apesar de estar presente em todos os lugares sejam no planeta ou no universo, muitas pessoas não têm conhecimento de como a Física influencia sua vida. Mas como podemos relacionar o ensino de Física com a robótica? E a Robótica Educacional?

De acordo com Gomes et al (2010), a robótica pode ser definida como um conjunto de conceitos tecnológicos aplicados à educação, na qual, o aluno tem acesso a computadores e *softwares*, componentes eletromecânicos como motores, engrenagens, sensores<sup>1</sup>, rodas e um ambiente de programação para que os componentes acima possam funcionar. Todos esses mecanismos podem ser utilizados como recurso pedagógico para que se estabeleça um ambiente interativo de aprendizagem.

A robótica surgiu por volta da década de 1960, quando seu pioneiro Seymour Papert<sup>2</sup> desenvolveu sua teoria sobre o uso de computadores nas escolas como sendo um recurso que atrairia a atenção dos alunos, dessa forma, os alunos se sentiriam mais motivados para aprender. Muitos autores passaram a estudar esta utilização e suas contribuições no processo de ensino e aprendizagem. A robótica no âmbito escolar se bem conduzida favorece o crescimento intelectual do aluno por meio da experimentação, construção, reconstrução, observação e análise, promovendo um ambiente interligado face às novas tecnologias.

Gomes et al, (2010) destacam algumas vantagens em trabalhar com a robótica na escola:

- Familiarização com novas tecnologias;
- Contextualização do conteúdo com a aplicação real do problema proposto;
- Aplicabilidade de conceitos e termos matemáticos;
- Resolução de problemas visando à autonomia do aluno;
- Retomada e análise dos resultados.

O ensino de Física, quando aliado ao recurso didático pedagógico da Robótica Educacional, enquanto metodologia de ensino facilita a construção do conhecimento por parte dos alunos. Deste modo, os alunos conseguem realizar diferentes experiências, afim de, avançarem para diferentes níveis de compreensão, de modo que as atividades propiciadas pelo uso da Robótica incentivam múltiplas representações de conceitos e relações são adequadas.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E RESULTADOS

---

<sup>1</sup> Peças que funcionam como sentidos, que podem detectar objetos, sons, luz e calor. Esses sinais são convertidos para o computador para que as informações possam ser interpretadas e/ou manipuladas

<sup>2</sup> Cientista pesquisador em estudos cognitivos do MIT (Massachusetts Institute of Technology).

O presente trabalho foi desenvolvido em uma escola da rede privada localizada no município de Londrina, no Estado do Paraná, Brasil. Participaram dessa pesquisa, alunos do 7º ano do Ensino Fundamental Anos Finais. A escola na qual a atividade foi desenvolvida, a robótica faz parte da matriz curricular. Os alunos selecionados para realizar essa atividade, foram os alunos do 7º anos, a escolha surgiu devido ao fato deles estarem estudando o conteúdo de velocidade média. Como a velocidade média trata-se de um dos conceitos da cinemática, que analisa os movimentos dos corpos, e a cinemática é um ramo da Física, e para que houvesse maior assimilação do conteúdo de velocidade média, surgiu a proposta de utilizar a robótica como aporte metodológico, no sentido de assimilar teoria e prática. No Ensino Fundamental Anos Finais, a disciplina de Física, insere-se junto à Matemática, os alunos só terão essa disciplina dissociada no Ensino Médio.

Como a robótica já faz parte do cotidiano escolar desses alunos, ao apresentar o conteúdo de velocidade média em sala de aula, os mesmos, não estavam assimilando de forma satisfatória, nesse momento os próprios alunos, que já possuíam conhecimento da robótica, sugeriram para a professora trabalhar esse conteúdo utilizando a robótica. Deste modo, como a teoria já havia sido trabalhada, o próximo passo, foi transferir toda essa teoria para a prática, introduzindo ao processo de ensino-aprendizagem a questão da práxis – relação teoria e prática.

Nesse momento, a professora sugeriu que os alunos se reunissem em pequenos grupos. Foram formados três grupos, um com 4 alunos e os outros dois grupos com 5 alunos cada. Cada aluno ficou responsável por uma determinada função durante a realização da proposta, sendo elas: organizador – responsável por pegar as peças necessárias em cada uma das etapas de montagem do carrinho; construtor – acesso à plataforma de montagem para acompanhando o passo a passo; programador e relator – responsável por fazer os registros e anotações.

Os alunos foram orientados pela professora sobre a montagem do carrinho. Para realizar essa atividade, foi utilizado o material LEGO-EV3, com a montagem do carrinho *Dragster*. A escolha por esse modelo se deu pelo fato do carrinho possuir a montagem e a programação de baixa complexidade, o que facilitaria seu manuseio durante toda a atividade, uma vez que, a proposta se tratava do conteúdo de velocidade média, e não conceitos complexos de montagem e programação. A montagem do carrinho foi realizada no laboratório de Robótica, ou seja, uma sala já existente na escola que possui todos os equipamentos

necessários. Para esta primeira etapa da atividade, a montagem do carrinho, utilizou-se uma aula de 55 minutos.

Durante a montagem, os alunos foram orientados a atentar-se ao conjunto de engrenagens que estavam utilizando, visto que, compreender o funcionamento das engrenagens era fator essencial nessa atividade. Após a montagem, surge o seguinte questionamento. “Como calcular a velocidade média do carrinho se todos foram construídos utilizando o mesmo modelo”?

A partir deste questionamento que surgiu a discussão sobre os conteúdos específicos da Física, o que levou os alunos decidirem trocar as engrenagens do carrinho e fazer uma nova avaliação do processo.

Para realizar a testagem, os alunos fizeram vários experimentos sempre trocando o conjunto de engrenagem e fazendo suas anotações, neste momento, a professora apenas mediou e orientou os grupos de trabalho.

A programação foi feita no *Mindstorms*, plataforma muito similar à descrição de um fluxograma, bastando apenas arrastar os blocos das paletas de comando para a área de trabalho, na ordem em que se deseja que as ações aconteçam.

O experimento contou com as seguintes combinações; quatro engrenagens do mesmo tamanho (médias) e duas engranagens de tamanhos diferentes sendo duas grandes na frente e duas pequenas atrás e o último conjunto foi composto de duas engrenagens médias atrás e duas grandes na frente.

Cada grupo delimitou, com uma fita adesiva, a linha de partida do carrinho, que foi posicionado e acionado à programação. Quando o carrinho parava, os alunos mediam a distância percorrida utilizando uma trena, a distância foi calculada em metros, o tempo foi medido em segundo, os alunos usaram o cronômetro para medir o tempo. Cada conjunto de engrenagens foi testado três vezes.

Foram realizados três testes distintos, sendo o primeiro utilizando quatro conjuntos de engrenagens de tamanho médio, o segundo, duas engrenagens grandes acopladas ao eixo do motor e duas pequenas atrás, e no terceiro, combinaram duas engrenagens médias atrás e duas grandes no eixo do motor.

Após testarem todos os conjuntos de engrenagens, os alunos compararam os três resultados verificando qual conjunto resultou em uma maior velocidade de rotação. Para fazer

essa comparação, calcularam a média aritmética entre os três valores constatados entre a distância percorrida para cada conjunto de engrenagens.

Com base nos resultados obtidos, os alunos aferiram que a combinação de engrenagens com tamanhos diferentes, estando a maior ligada diretamente ao eixo do motor, proporciona maior velocidade de rotação, resultando, assim, em uma velocidade média maior do carrinho, quando comparada às outras combinações testadas. Em seus relatos, os alunos concluíram que isso se deu ao fato de que as engrenagens do mesmo tamanho, considerando o número de dentes, giram com velocidades iguais, ao passo que, engrenagens de tamanhos diferentes giram com velocidades distintas, uma vez que, para que a engrenagem maior completasse uma volta, a engrenagem menor deveria girar mais que uma vez. Ou seja, ao serem acopladas duas engrenagens de tamanhos diferentes, a que possuía o menor número de dentes irá girar com maior velocidade que a outra engrenagem, de tamanho maior. Outro fator a levar-se em consideração é que, para obter-se maior velocidade, a engrenagem maior devia estar conectada no eixo do motor, para que o trem de engrenagem atuasse como um acelerador da velocidade e redutor do torque.

As discussões dos resultados foram realizadas com base nas atividades realizadas pelos alunos ao construir o protótipo do carrinho e ao realizarem os testes com os conjuntos de engrenagens.

A motivação da aula se deu em função da observação dos alunos ao perceberem que precisavam criar outra estratégia para averiguar a velocidade média, visto que, os carrinhos possuíam a mesma construção.

Desta forma, elaborou-se a seguinte questão: qual conjunto de engrenagem permitiria que o carrinho obtivesse um maior desempenho em relação à velocidade média?

Através dos testes foi possível concluir que dentre as combinações de engrenagens, a combinação de engrenagens com tamanhos diferentes, estando a maior ligada diretamente ao eixo do motor, proporcionou maior velocidade de rotação, resultando, assim, em uma velocidade média maior do carrinho, quando comparada às outras combinações testadas.

Em outro momento, a professora realizou um diálogo com todos os alunos, e cada grupo pode apresentar suas considerações relatando quais foram as etapas que necessitaram realizar para chegarem à formulação final de seus resultados.

Silva et al (2019) relata que é através de atividades experimentais que o aluno consegue fazer implicações sobre determinado tema, desenvolvendo um poder de síntese ao interagir com os elementos que definem e assim, avaliar seu conhecimento e suas ideias.

Nesse momento foi possível avaliar o aprendizado dos alunos envolvendo a teoria e a prática, de acordo com Santos et. al. (2020), avaliar não é uma tarefa fácil, sendo necessários instrumentos e procedimentos adequados para clarificar sua trajetória. Buscando apoio em novos instrumentos que agreguem aspectos novos às atividades em sala de aula, principalmente aqueles que possuem um viés tecnológico.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, buscamos a natureza da Física na história e na sociedade e percebemos a sua importância como um instrumento que ajuda a compreender, descrever e modificar a realidade. Essa visão redefine o papel dessa ciência na escola, pois, abandona a ideia que se tinha a respeito de uma estrutura científica como um corpo de conhecimentos imutáveis e verdadeiros, colocando uma nova perspectiva de análise, que é a de ser uma ciência viva tanto no cotidiano das pessoas como nos centros de pesquisa. Os estudiosos da área acreditam que a Física desempenha um novo papel na escola, como ciência formadora de pensamento.

O Ensino Médio além de ser um degrau a mais para formação dos alunos, também oferece uma nova forma de pensar, com isso a Física se apresenta como uma disciplina isolada e complexa. Para sanar as deficiências dos alunos principalmente na área de Matemática o que afetará diretamente os conteúdos relacionados à Física, é de extrema importância explorá-los de forma mais concreta e prática, relacionando com o cotidiano.

Desse modo, a partir da atividade proposta nesta pesquisa, foi possível observar que a relação teoria e prática são fundamentais para o desenvolvimento do aluno durante o processo de ensino-aprendizagem, ampliando a linguagem Física e Matemática, tendo como princípio metodológico que o aluno é quem deve questionar levantar hipóteses, refletir, criar, avaliar e replanejar suas ações para resolver o problema em questão. Uma criança se apropria de uma linguagem e compreende novos comandos quando sente necessidade de utilizá-los em situações-problema autênticas para ela.

Ao planejar um projeto e colocá-lo em prática podem aparecer imprevistos e problemas. O desafio não deve, entretanto, desestruturar e paralisar o aluno. Nesses momentos, o professor deve focar suas intervenções no objetivo de desenvolver resiliência e persistência na criança. Além disso, o grupo deve ser levado a trabalhar de forma cooperativa. Saber pedir ajuda e saber criticar construtivamente e dar sugestões para o projeto do colega fazem parte das habilidades que queremos desenvolver.

Dessa forma, evidenciamos que a função da escola não é só desenvolver habilidades cognitivas, mas também, assegurar que nossos alunos cresçam mais cooperativos, persistentes, confiantes, enfim, mais preparados para viver em uma sociedade do século XXI.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, P. C, OLIVEIRA. G.C. Matemática Básica Aplicada ao Ensino de Física: Relação Entre Competências e Habilidades Técnicas Necessárias para a Resolução de Problemas de Física Segundo o Inep. **Ensino e Tecnologia em Revista**. Londrina, v. 2, n. 1, p. 3-20, jan./jun. 2018.

BRASIL, Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais - Matemática**. v. 3, 2. ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

DA SILVA PINTO, A. S. et al. O Laboratório de Metodologias Inovadoras e sua pesquisa sobre o uso de metodologias ativas pelos cursos de licenciatura do UNISAL, Lorena- estendendo o conhecimento para além da sala de aula. **Revista de Ciências da Educação**, v. 1, n. 29, 2014.

DIESEL, A. BALDEZ, A.L.S; MARTINS, S.N. **Os Princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica**. THEMA, Lajeado, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

GOMES, C.G, SILVA, F. O, BOTELHO, J.C, SOUZA, A.R. A robótica como facilitadora do processo ensino-aprendizagem de Matemática no ensino fundamental. **SCIELO**. 2010. 244 p. ISBN 978-85-7983-081-5. Available from SciELO Books .



KOEHLER, S. M. F. et al. Inovação Didática-Projeto de Reflexão e Aplicação de Metodologias Ativas de Aprendizagem no Ensino Superior: uma experiência com “peer instruction”. **Janus**, v. 9, n. 15, 2012.

MORAN, J. M. **Mudando a educação com metodologias ativas**. Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. v. 2, 2015.

CAVALCANTE, K. A Importância da Matemática do Ensino Fundamental na Física do Ensino Médio. **Canal do Educador**, Estratégia de Ensino, Física. 2000.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda, **Miniaurélio Século XXI**: O minidicionário da língua portuguesa / Aurélio Buarque de Holanda Ferreira; coordenação de edição, Margarida dos anjos, Marina Baird Ferreira; lexicografia dos Anjos... [et al.] Ed. Ver. Ampliada. – Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2000.

GASPAR, Alberto. Física. **Livro do Professor**. Vol. único. 2008.

SANTOS, P. M. DOS; NICOT, Y. E.; MARQUES, A. DOS S. V. O aplicativo plickers como instrumento de avaliação da aprendizagem no ensino de Física. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 5, p. 146-164, 8 ago. 2020.

SILVA, D. O.; MOURÃO, M. F.; SALES, G. L.; SILVA, B. D. Metodologias Ativas de Aprendizagem: relato de experiência em uma oficina de formação continuada de professores de Ciências. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 5, p. 206-223, 7 out. 2019.

PANIZZA, M. **Ensinar Matemática na Educação Infantil e nas séries iniciais**: análise e propostas. Porto Alegre, Artmed, 2006.

PIETROCOLA, M. **A Matemática como estruturante do conhecimento físico**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física v.19, n.1, p.93-114, 2002.

## CANHÃO DE BATATAS: INTEGRAÇÃO COM A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS NO ENSINO DE FÍSICA

**Paula Patrícia Barbosa Ventura**

Doutora em Educação pela Faculdade de Educação da Universidade Federal do Ceará/FACED/UFC. Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará/IFCE.

E-mail: paula.ventura@ifce.edu.br

**Resumo:** A presente investigação teve como pergunta norteadora: quais os papéis o professor têm desempenhado na aprendizagem baseada em projetos? A partir dessa questão, o objetivo deste artigo foi o de mapear os papéis desempenhados por um docente de Física na perspectiva da aprendizagem baseada em projetos. De natureza qualitativa, do tipo estudo de caso, a pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFCE), *campus* Camocim. O sujeito da pesquisa foi um professor com formação em Física e pertencente ao quadro efetivo. Como instrumentos, recorreu-se a um questionário de sondagem, à observação e à entrevista. Para a análise de dados, iniciou-se com as questões de menor amplitude, bem como se definiram códigos iniciais ou subsequentes. Fases como ordenação, classificação e análise propriamente dita do material também subsidiaram a análise. Posteriormente, foram triangulados os dados, sendo estes ancorados pelo paradigma interpretativo. Os dados mostraram um avanço dos papéis desempenhados pelo professor em relação a literatura proposta. Se o educador tem consciência dos papéis a serem exercidos, assim como fundamenta suas práticas em referenciais teóricos específicos ao que propõe, maiores serão as possibilidades de tornar o discente responsável por sua aprendizagem. Destaca-se, ainda, que o protagonismo do professor não descaracterizou o protagonismo do aluno e que aquele tem influência considerável e direta para que este se faça ativo.

**Palavras-Chave:** Aprendizagem Baseada em Projetos, Ensino de Física, Prática Docente.

## POTATO CANNON: PROJECT-BL INTEGRATION IN PHYSICS TEACHING

**Abstract:** This investigation's guiding question was: what roles has the teacher played in project-based learning (Project-BL)? Regarding this question, the objective of this article was to map the roles played by a Physics teacher in Project-BL. Of qualitative nature and case study type, the study was carried out in a Federal Institution of Basic, Technical and Technological Education. The research subject was a professor with a background in Physics who belongs to the current staff. As instruments, a survey questionnaire, observation and interviews were used. For data analysis, it started with the smallest extent questions, as well as defining initial or subsequent codes. Phases such as the ordering, classification and analysis of the material itself also supported the analysis. Thus, the data were triangulated, being then anchored by the interpretative paradigm. Data showed an advance in the roles played by the

teacher in relation to the proposed literature. If the educator is aware of the roles to be played, as well as he substantiates his practices on specific theoretical references to what he proposes, the greater the chances of making the student responsible for his learning. It is also noteworthy that the teacher's protagonism did not detract from the student's protagonism and that the student has considerable and direct influence to make himself active.

**Keywords:** Project Based Learning. Physics Teaching. Teaching Practice.

## INTRODUÇÃO

Estudos<sup>1</sup> no ensino de Física têm evidenciado preocupação em tornar o aluno atuante em todo o percurso formativo. Sobre a aprendizagem baseada em projetos (Project-BL), as publicações destacam-se mais à sua ação protagonista que, propriamente, as ações desempenhadas pelo professor. Quando estas são referenciadas, aparecem de forma velada e superficialmente explicitadas (PEREIRA et al, 2011; RAPOSO, 2014; ROCHA et al, 2014; SENRA; BRAGA, 2014; CORRALLO, JUNQUEIRA, SCHULER, 2018; MASSONI, BARP, DANTAS, 2018; BARROS; MARTINS, 2020).

Ainda que outros trabalhos não façam referência a Project-BL e ao professor, discutem como as atividades experimentais, nessa área do conhecimento, podem promover discentes mais participativos, críticos e reflexivos (TRAVAIN; ASSIS, CINDRA, 2018; SILVA; BOZELLI, 2019), características do estudante nas metodologias ativas. Apesar dessa expressão não aparecer explicitamente nos trabalhos citados, trazem particularidades que a classificam como tal, daí a necessidade de compreender o seu conceito e os papéis desempenhados por professores e alunos.

Conceitua-se como “metodologias ativas” aquelas que os educandos se assumem como elaboradores do próprio conhecimento, sendo essa elaboração uma vontade própria de realização. O termo “ativo” diz respeito a uma necessidade ou interesse intrínseco de saber, de investigar e compreender algo e não de se mover, mexer ou executar um trabalho (CLAPARÈDE, 1958).

---

<sup>1</sup> Em levantamento realizado (17/07/2020) no Caderno Brasileiro de Ensino de Física utilizando o descritor “Projeto” foram encontrados 43 trabalhos entre os anos de 2002 a 2020. Quando utilizou-se o descritor “Aprendizagem Baseada em Projetos”, 1 resultado. Escolheu-se esse periódico por considerar a avaliação da CAPES no último quadriênio (2013-2016), A2 (Ensino).

Sobre os papéis de cada ator, a Unesco (1998) traz algumas reflexões nessa direção. A primeira, ao pontuar aproximações educacionais inovadoras que favoreçam o pensamento crítico e a criatividade. A segunda, por defender professores e alunos como agentes principais do processo educativo em que o discente aprenda a tomar iniciativas, pesquisar, atualizar e melhorar suas habilidades pedagógicas.

Se se exige ações inovadoras que promovam a criticidade e a criatividade do aluno, que papéis<sup>2</sup> o professor têm desempenhado na Project-BL? A partir dessa pergunta, objetiva-se mapear os papéis desempenhados por um docente de Física na Project-BL. A escolha dessa metodologia ativa se dá por apresentar as características citadas pela Unesco (1998), bem como propiciar as condições necessárias para a atuação protagonista e autônoma do estudante no percurso de sua aprendizagem, pois parte de situações reais e as experiências servem como fonte de problematização. Assim, conceitos tidos como abstratos passam a fazer parte do cotidiano discente sendo a teorização de conceitos oriunda da prática e não o contrário.

Logo, o planejamento do docente deve considerar desde os objetivos a serem atingidos até a avaliação, o que inclui elementos intermediários do fazer docente [conteúdos, relação professor-aluno, metodologia (estratégias, atividades e tempo provável) e recursos] (LIBÂNEO, 2013). Para que o aluno exerça seu protagonismo, sugere-se que as atividades sejam desafiadoras, promovam a curiosidade e possuam valor intrínseco - vontade própria de realização (DEWEY, 1959) e contextualizadas com os conteúdos, disciplinas e a realidade (prática) social.

Portanto, este artigo é recorte de uma tese<sup>3</sup> e traz dados empíricos de um, dos quatro docentes investigados na pesquisa. A escolha por somente um professor se deu porque os demais além de possuírem formação acadêmica diferentes, não desenvolveram a Project-BL em sua prática de ensino.

---

<sup>2</sup> Em pesquisa anterior, destacou-se os papéis do professor na modalidade semipresencial, compreendendo papéis como um conjunto de comportamentos esperados pelo professor conforme o contexto e as atividades (VENTURA, 2009).

<sup>3</sup> Seu objetivo foi propor indicadores de metodologias ativas com suporte das tecnologias digitais com foco nas ações do docente. Esses indicadores foram construídos com base em teóricos da literatura juntamente com os dados empíricos (VENTURA, 2019). Destaca-se que a pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética da Universidade Federal do Ceará, instituição onde a pesquisadora cursou seu doutorado. O parecer está sob o número 2.584.742.

O docente escolhido é licenciado em Física e uma de suas ações foi o desenvolvimento de projetos para trabalhar conteúdos similares em turmas distintas. Denominado de “Canhão de Batatas”, o projeto foi desenvolvido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), *campus* Camocim nas turmas de Física Básica e Física Geral I, nos cursos superiores de Licenciatura em Química e no Tecnólogo em Processos Ambientais, respectivamente.

A presente publicação se justifica, primeiramente, por propiciar reflexões didático-pedagógicas aos professores da instituição pesquisada e, especialmente, aos docentes da área de Física. Segundo, pela possibilidade de instigar discussões visando à formulação de políticas internas, no caso, a reformulação dos Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPC) analisados.

Estruturalmente, o artigo está dividido em cinco partes. Após as considerações introdutórias, discute-se no referencial teórico a Project-BL e os papéis do docente nessa metodologia de ensino. Em seguida, os procedimentos metodológicos utilizados. Posteriormente, apresentam-se os resultados e, por último, as conclusões.

## A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS E O PAPEL DO DOCENTE

Autores como Dewey (1959a), Lourenço Filho (1974), Hernández (1998); Bender (2014), Cohen e Lotan (2017) e Condliffe et al. (2017) discutem elementos importantes para o desenvolvimento da Project-BL, como conceitos, características, fases de execução e os papéis do docente.

Os projetos de trabalho<sup>4</sup> supõem ressituar a concepção e as práticas educativas institucionais para dar resposta (não “a resposta”) às mudanças na Educação, e não apenas readaptar uma proposta e atualizá-la (HERNÁNDEZ, 1998). Partem de uma situação problemática, levam adiante um processo de aprendizagem vinculado ao mundo exterior à

---

<sup>4</sup> As denominações de projeto variam de acordo com o contexto e o conteúdo, sendo designadas de método de projetos, centros de interesse, trabalho por temas, pesquisa do meio e projetos de trabalho, sendo este último a sua preferência (HERNÁNDEZ, 1998). Afirma que a palavra projeto implica “[...] situar-se num processo não acabado, em que um tema, uma proposta, um desenho esboça-se, refaz-se, relaciona-se, explora-se e se realiza. A noção de trabalho provém de Dewey e Freinet e de sua ideia de conectar a escola com o mundo fora dela” (HERNÁNDEZ, 1998, p. 89).

escola e oferecem uma alternativa à fragmentação das disciplinas, bem como contribuir para o desenvolvimento das capacidades estudantis (HERNÁNDEZ, 1998).

Essas capacidades são: autodireção (favorecendo iniciativas para levar adiante, por si mesmo e com os outros, tarefas de pesquisa); a autoinventiva (mediante a utilização criativa de recursos e explicações alternativas); a formulação e resolução de problemas, diagnóstico de situações e o desenvolvimento de estratégias analíticas e avaliativas; a integração (favorecendo a síntese de ideias, experiências e informação de variadas fontes e disciplinas); a tomada de decisões (decidindo o que é relevante de ser incluído no projeto) e a comunicação interpessoal (HERNÁNDEZ, 1998). Já o docente assume muito mais o papel de mediador do que de autoridade, de “[...] um aprendiz e não um especialista, pois ajuda a aprender sobre temas que irá estudar com os alunos” (HERNÁNDEZ, 1998, p. 82).

Dewey (1959a) valorizava a experiência como elemento fundamental do aprender fazendo. Nesse sentido, o papel mais difícil do professor é o de “reincorporar os temas de estudo na experiência” (DEWEY, 1959a, p.285). Pondera ainda, que os professores não imponham o sentido democrático na aula, mas têm de criar um ambiente em que os alunos assumam, por si mesmos, as responsabilidades de uma vida moral democrática tornando um hábito social, fruto de sua compreensão. Para tanto, “o professor é elemento essencial da situação em que o aluno aprende, e sua função é, precisamente, a de orientar, guiar e estimular a atividade através de caminhos conquistados pelo saber e experiência do adulto” (WESTBROOK; TEIXEIRA, 2010, p. 64).

Lourenço Filho (1974) discute um ponto fundamental - Quem deve propor os projetos? - sendo esta a diferença peculiar dos projetos de ensino e de aprendizagem. O primeiro parte do professor, de suas escolhas, e visa a atingir um objetivo seu ou do contexto em que se encontra, já vem pronto e cabe ao docente fazer adaptações. O segundo, o de aprendizagem, é proposto pelos alunos, parte de suas curiosidades e interesses “[...] devidamente estimulados e coordenados pela ação educativa da escola” (p. 208), desde que “[...] os alunos aprendam a trabalhar por si” (p. 209). Sugere-se, ainda, atentar-se para a concepção pedagógica (tradicional ou progressista de educação) que está por trás da ideia de projeto, sendo esta outra diferença dos dois tipos (de ensino ou de aprendizagem), pois em cada concepção o professor exercerá papéis diferenciados.

Bender (2014) destaca que o professor na Project-BL atua como facilitador e orientador educacional à medida que os alunos avancem nas atividades do projeto. Esses papéis não impedem que o docente entre na discussão e imponha seus pensamentos e sugestões em vez de permanecer distante, uma vez que a Project-BL exige do docente a habilidade de determinar quando e como entrar em uma discussão de aluno (BENDER, 2014).

Pontua seis fases do projeto. São elas: introdução e planejamento; fase de pesquisa inicial: coleta de informações; criação, desenvolvimento, avaliação inicial da apresentação e de artefatos prototípicos; segunda fase de pesquisa; desenvolvimento da apresentação final e; publicação do produto ou dos artefatos (BENDER, 2014). Apesar de haver fases num projeto, é importante que não haja o seu engessamento, como os passos de Herbart no processo de instrução (LOURENÇO FILHO, 1974), o que descaracterizaria a dinâmica de um projeto.

Barelli (2007) pontua que apesar de o foco estar no esforço individual do professor, a Project-BL é, muitas vezes, um esforço realizado pela escola inteira. Nesse sentido, Bender (2014) defende o agrupamento de alunos como uma estratégia docente a ser utilizada na Project-BL. Mergendoller e Thomas (2005) orientam que os grupos sejam pequenos e que cada participante tenha responsabilidade individual, visando ao próprio crescimento.

Sobre as características do trabalho em grupo, Cohen e Lotan (2017) oferecem três: delegação da autoridade<sup>5</sup>, reconhecimento da importância do outro e natureza da tarefa. Delegar autoridade não significa que o processo de aprendizagem está sem controle, pois o professor mantém o controle por meio de avaliação do produto final do grupo e do processo pelo qual os alunos passaram para chegar àquele produto, bem como mantém a responsabilização dos membros por meio de relatórios curtos, escritos individualmente depois do trabalho. Outros papéis do docente são: orientar de forma “curta” e solicitar que deleguem autoridade aos colegas, elegendo um moderador/líder para que todos desempenhem a tarefa. O importante é deixar que eles tomem decisões por conta própria e cometam erros, sendo estes um processo natural (COHEN; LOTAN, 2017).

A segunda característica do trabalho em grupo é que, em algum nível, os participantes precisam uns dos outros para completar a atividade. Eles se assumem professores quando

---

<sup>5</sup> Difere da supervisão direta, pois nesta o docente diz para os discentes qual é a tarefa e como realizá-la. Ele monitora os alunos de perto, prevenindo contra o cometimento de erros e para corrigi-los imediatamente, se existirem. Os alunos falarão com ele e não com os demais participantes do grupo, já que a autoridade é o professor.

sugerem o que os colegas façam, quando ouvem o que estão dizendo e quando decidem concluir o trabalho, ainda que o tempo tenha sido dado pelo docente (COHEN; LOTAN, 2017).

A terceira característica é a natureza da tarefa. Se o professor deseja alunos autônomos, produtivos e engajados, a atividade exija algum nível de complexidade e variadas soluções, instigando neles a criatividade. A participação igual é fundamental para a discussão, tomada de decisões e resolução de problemas de modo criativo. Regras como essa, bem como de desigualdade e dominância de um dos membros, necessitam ser resolvidas, caso existam.

Ainda que o trabalho em grupo estimule comportamentos mais ativos e direcionem para o alcance de um mesmo objetivo, dizer que a estratégia de dispor alunos em grupo é eficaz vai depender de fatores como a escolha da atividade, da disposição dos alunos em ajudar uns aos outros e de suas motivações para se engajarem (COHEN; LOTAN, 2017). No trabalho em grupo, todos são importantes para ativar a aprendizagem do aluno, inclusive o professor. Em momentos individuais ou em grupo, todos se fazem colaboradores, visando a atingir objetivos de ordem intelectual e social.

No que diz respeito à Project-BL com a utilização de tecnologias digitais, percebe-se que elas proporcionam um contexto favorável para que os alunos possam acessar as informações em tempo real, minimizar o tempo gasto à procura de materiais instrucionais e maximizar interesses e possibilidades de aprendizagem. Condliffe et al. (2017) argumentam que a tecnologia melhora a eficácia da implementação da Project-BL e seja utilizada como andaime para: orientar a aprendizagem do aluno; auxiliar professores no desenvolvimento do projeto (com ideias e recursos); ressignificar um currículo de Project-BL; estimular o uso de plataformas<sup>6</sup> específicas de Project-BL e incentivar professores a publicarem seus projetos, ultrapassando os limites de tempo e espaço.

Apesar de Dewey (1959), Lourenço Filho (1974) e Hernández (1998) datarem de um período não recente na literatura acerca da Project-BL, esses autores trazem elementos fundamentais para compreendê-la como metodologia ativa, ainda que não utilizem tal expressão. Destaca-se também que, independente do marco histórico, os papéis elucidados são importantes e merecem análise, sendo este o foco do presente artigo, uma vez que

---

<sup>6</sup> \_Como Edutopia (George Lucas Educational Foundation, [www.edutopia.org](http://www.edutopia.org)), BIE (Buck Institute for Education, [www.bie.org](http://www.bie.org)) e PBLU (Buck Institute for Education, [www.pblu.org](http://www.pblu.org)).



discentes e docentes se façam atuantes em todo o percurso educativo, como enfatiza a Unesco (1998) ao sugerir que os professores utilizem metodologias que oportunizem o protagonismo discente.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

De natureza qualitativa e caracterizada como um estudo de caso, a pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFCE), *campus* Camocim, *lócus* que a pesquisadora atuou como docente. Na época da coleta de dados (semestres 2016.2 e 2017.1), o *campus* possuía 23 professores, sendo apenas um com formação inicial em Física.

Para o estudo maior (o de doutorado), foram selecionados quatro professores por meio de um questionário, mediante três critérios: tempo na carreira docente<sup>7</sup>, utilização das tecnologias digitais na prática pedagógica (quais eram e a frequência utilizada) e disponibilidade em participar da pesquisa. Para este artigo, dos quatro docentes selecionados, apenas um foi escolhido para o recorte desta publicação. Esta escolha se deu porque os demais além de possuírem formação acadêmica diferentes, não desenvolveram a Project-BL em sua prática de ensino. Foram analisadas as duas disciplinas que estavam sob sua responsabilidade e eram de cursos superiores.

Como forma de preservar sua identidade, foi utilizada a sigla PF para referenciar professor de Física. O quadro 1 contém suas informações.

Quadro 1 – Informações do Professor de Física (PF)

<b>Formação Acadêmica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Licenciado em Física (Universidade Estadual do Ceará)</li> <li>- Especialista em Ensino de Física (Universidade Cândido Mendes)</li> <li>- Mestre em Engenharia Mecânica (Universidade Federal do Ceará)</li> <li>- Doutor<sup>8</sup> em Física (Universidade Federal do Ceará)</li> </ul>
<b>Tempo de Docência</b>	5 anos

<sup>7</sup> Destaca-se que o tempo de docência foi um dos critérios por se compreender que, na prática, os saberes docentes são constituídos, ressignificados e validados (TARDIF, 2002).

<sup>8</sup> Na época da pesquisa, o PF era doutorando.

<b>Disciplina/ Carga</b> <b>Horária/ Semestre/</b> <b>Curso</b>	- Física Básica / 40h (1º semestre - Manhã) Tecnólogo em Processos Ambientais (TPA) - Física Geral I / 80h (3º semestre - Noite) Licenciatura em Química
---	---

Fonte: Ventura (2019).

Outros instrumentos de coleta de dados foram utilizados, como a observação sistemática e a entrevista semiestruturada. O PF foi acompanhado num período de dois meses e em momento algum, as observações e entrevista objetivaram avaliar o professor como um exímio docente ou não, assim como elencar erros e acertos pedagógicos das aulas ministradas, mas sim analisar suas ações quando seu objetivo era tornar o aluno responsável por sua aprendizagem.

Em momentos formais, identificou-se a Project-BL como uma metodologia predominante em sua prática. Posteriormente, buscou-se na literatura compreender as ações desenvolvidas, especialmente os papéis desempenhados pelo PF nessa metodologia. Foram identificadas, também, as tecnologias comumente utilizadas, fazendo-se contraposição com as descritas no questionário de sondagem e as estratégias metodológicas utilizadas com e sem o uso das tecnologias.

Em momentos informais com o professor (conversas antes e após as aulas e por *e-mails*), foi possível identificar as preferências metodológicas e suas intencionalidades ao utilizar determinada metodologia e tecnologia em detrimento da outra. As anotações foram registradas em diário de campo e o PF teve ciência dos registros, conforme o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE), que se entregou, devidamente assinado, a ele.

Após o período de observação, iniciou-se a análise desse instrumento de coleta. O que não pôde ser compreendido nesse período ou, então, que requereu maior aprofundamento, tanto no que diz respeito às metodologias ativas quanto às tecnologias digitais foi inserido em questões pontuais da entrevista.

A seguir, o quadro 2 resume os instrumentos de coleta utilizados, os itens considerados em cada um, bem como o período para a geração de dados.

Quadro 2 – Informações dos Instrumentos de Coleta

Instrumentos Utilizados	Itens Considerados	Período de Coleta
<b>Questionário de Sondagem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tempo na carreira docente</li> <li>- Utilização das tecnologias digitais na prática pedagógica (quais eram e a frequência utilizada)</li> <li>- Disponibilidade em participar da pesquisa</li> </ul>	Novembro/2016
<b>Observação Sistemática</b>	- O professor (ações desenvolvidas)	Janeiro a Março/2017
<b>Entrevista Semiestruturada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Características da Project-BL</li> <li>- Tecnologias Digitais</li> </ul>	Outubro/2017

Fonte: Ventura (2019).

Para a análise dos dados de um estudo de caso, tomou-se como orientações as de Yin (2010) de definir códigos iniciais ou subsequentes, refletindo o significado das palavras e frases exigindo da pesquisadora uma justificativa analítica para tais significados. Tanto para as observações quanto para a entrevista foram criados códigos. As tecnologias representadas pela letra T e para as metodologias, a letra M.

Aliada às ideias de Yin (2010), utilizou-se os pressupostos de Minayo, (2016), ao sequenciar as fases de análise de dados em ordenação, classificação e análise propriamente dita do material, respectivamente, conduzindo a uma busca da lógica peculiar e interna do professor pesquisado, sendo esta a construção essencial da pesquisa. Depois que os dados foram ordenados e codificados, foram organizados e preparados para a fase seguinte, a classificação, sinalizando a análise propriamente.

As análises foram subsidiadas pelo paradigma interpretativo, oportunizando a pesquisadora voltar ao campo e o PF validar ou não o olhar científico daquela, expondo pontos de vista. Esse paradigma possibilita que a análise seja respaldada tanto à luz de teóricos quanto pela visão do sujeito (MOREIRA; CALEFFE, 2006). Posteriormente, foi feita a triangulação dos dados, na qual se estabeleceram as relações entre os instrumentos de coleta, verificando-se os pontos de convergência, divergência e de regularidades, o que permite ao pesquisador proceder a uma análise global e precisa sobre o objeto de estudo (MOREIRA; CALEFFE, 2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS DADOS

Esta seção está subdividida em duas subseções. Na primeira são trazidas as descrições das ações do PF em fases, conforme orienta a literatura da Project-BL (BENDER, 2014). Na segunda subseção evidenciam-se as análises. Destaca-se que os exemplos foram denominados de eventos e referem-se às transcrições das entrevistas ou conversas informais presencial ou por *e-mail*. Foram transcrições literais, não havendo correções gramaticais correspondentes à norma culta.

### 1) Descrição das Ações do Professor de Física

As fases<sup>9</sup> foram divididas em seis. São elas: proposta do projeto “Canhão de Batatas”: competição; criação e desenvolvimento dos protótipos; apresentação inicial do “Canhão de Batatas”; (re)planejamento dos protótipos; apresentação final do “Canhão de Batatas” e publicação do “Canhão de Batatas”.

#### I - Proposta do Projeto “Canhão de Batatas”: Competição

O PF solicitou em suas turmas a elaboração de um projeto em formato digital ou impresso denominado “Canhão de Batatas”, viabilizando seu uso na prática. Inicialmente, a proposta foi a competição de canhão entre equipes de uma mesma turma, saindo apenas uma equipe vencedora. A equipe vencedora de cada turma competiria entre si, finalizando com uma única equipe vencedora.

O projeto teve regras claras e previamente divulgadas<sup>10</sup>, como conter uma descrição de cada parte do “Canhão”, uma breve explicação física do motivo de cada parte-base que compunha o “Canhão”, as leis físicas que o envolviam, podendo ser usado um esquema simplificado para a explicação. Deveria ser construído com cano de policloreto de polivinila

---

<sup>9</sup> Foram intituladas pela pesquisadora conforme as ações realizadas.

<sup>10</sup> Assim como o arquivo com as regras do projeto, as demais atividades a serem realizadas durante o semestre, os materiais complementares e o programa de unidade didática (PUD), foram disponibilizados no início da disciplina no site pessoal de PF e no portal da instituição, havendo clareza dos objetivos, conteúdos e avaliações da disciplina.

(PVC) e não com metais, bem como a equipe possuir no máximo cinco discentes. O descumprimento dessas regras implicaria a desclassificação da equipe participante. Todas essas regras fizeram com que os discentes atentassem para a noção de que não seria com a entrega de qualquer “Canhão” que se obteria uma das notas da disciplina.

A competição também teve regras e os alunos competiriam somente com um “Canhão” e alimentá-lo com os compressores manuais. Valendo de zero a dez, todos os itens tiveram pesos, como é mostrado a seguir: funcionamento fazendo com que o “Canhão” alcançasse uma distância horizontal de no mínimo 2 m; a estética, demonstrando a criatividade dos discentes; a originalidade, sendo “canhões” com ideias singulares, diferentes e não copiadas ou imitadas; e o alcance, ganhando nota máxima o “Canhão” que tivesse maior alcance horizontal, desde a base do lançamento do projétil. Aos “canhões” que não alcançaram a primeira colocação foi debitado um ponto a menos em sua nota em cada colocação atrás do primeiro colocado.

Segundo PF, a nota geral seria dada de acordo com os itens e seus respectivos pesos: Nota de Funcionamento (NF): Peso 2; Nota de Estética (NE): Peso 1,5; Nota da Originalidade (NO): Peso 1,5; Nota do Alcance (NA): Peso 2 e Nota do Projeto (NP): Peso 1, finalizando com a fórmula:

$$Média = (2 \cdot NF) + (1,5 \cdot NE) + (1,5 \cdot NO) + (2 \cdot NA) + NP / 8$$

Explicitou ainda que a avaliação do projeto ocorreria durante todo o processo, desde a elaboração, passando pela apresentação em formato de desenho técnico e entregue um relatório impresso ou digital até a competição entre os grupos da mesma turma e com a de outro curso.

## II - Criação e Desenvolvimento dos Protótipos

Divididos em grupos, os alunos discutiram conceitos teóricos e explicados pelo professor em sala de aula. Posteriormente, esboçaram digital e fisicamente um modelo primeiro de protótipo com os materiais adquiridos pela própria equipe, promovendo interesse intrínseco de todos.

Especialmente na fase inicial de testes do “Canhão”, um dos componentes de determinada equipe do curso TPA quebrou um dente ao testar a saída do ar comprimido. O ocorrido serviu para que toda a turma e a equipe, em específico, tivessem mais cuidado com o canhão a ser entregue e que possíveis falhas ocorreriam, se mal planejado. À medida que o planejamento extra-sala entre equipes ocorria, os alunos forneciam informações ao professor acerca do andamento do projeto, o que viabilizou tirar dúvidas, ainda no percurso de criação. Simultaneamente às ações dos discentes, outros conteúdos foram trabalhados em sala de aula pelo docente.

### **III - Apresentação Inicial do “Canhão de Batatas”**

Nos momentos de apresentação dos projetos digitais ou impressos, PF questionava-os como seria a execução dos planejamentos apresentados, desconstruindo com questões e uso de simuladores algumas ideias que, provavelmente, quando aplicadas não dariam resultados positivos. Questionava-os se determinados ângulos, na prática, funcionariam ou não e, em seguida, dava a resposta.

Aliado aos questionamentos e para a versão prática do “Canhão de Batatas” , PF forneceu sugestões de melhoria. Utilizava simuladores, pois compreendia que a visualização do objeto poderia facilitar o entendimento dos conteúdos. Indicava a fonte de onde os simuladores foram “baixados”, servindo de referências complementares as que estavam em seu site.

### **IV - (Re) Planejamento dos Protótipos**

A partir das considerações do PF às apresentações iniciais, os grupos se reuniram para (re)planejar o protótipo inicial, implementar as informações sugeridas e desenvolver o “Canhão de Batatas” de forma mais completa. Da mesma forma que na fase de criação e desenvolvimento inicial dos protótipos, o professor se dispôs a tirar dúvidas facilitando, assim, os alunos revisarem o protótipo inicial.

### **V - Apresentação Final do “Canhão de Batatas”**

No dia das apresentações finais dos “Canhões”, por turmas e entre turmas, à medida que as equipes iam se apresentando, o PF foi confrontando os saberes que os alunos

construíram segundo a criação do protótipo com os saberes adquiridos pela experiência, uma vez que já estavam mais maduros cognitivamente acerca do conceito de lançamento de projétil. As avaliações se deram conforme foi explicitado no início da disciplina, sem mudanças, considerando todos os critérios previamente divulgados.

## VI - Publicação do “Canhão de Batatas”

Todos os encontros de planejamento das equipes, os estudantes gravaram vídeos e disponibilizaram em suas contas pessoais no *Youtube*, ratificando as ações descritas. Após a competição, PF disponibilizou na mesma rede social as apresentações práticas dos projetos de cada equipe (por turma), bem como a competição entre elas.

### 2) Análise da Project-BL e dos Papéis desempenhados pelo Professor de Física

O desenvolvimento dos projetos, numa disciplina de Física, independentemente se para licenciatura ou para um curso tecnológico, ambos cursos superiores, serviu para os alunos levarem adiante uma ideia, inicialmente do PF, favorecendo também uma prática pela pesquisa, ao fazer com que os alunos pesquisassem materiais de baixo custo viáveis à construção do “Canhão”, incitando a curiosidade, a inventiva, a criatividade, a visualização na prática de conceitos teóricos, no caso, o conceito de lançamento de projétil e a interação dos colegas de sala e com a outra turma.

Especialmente em cada fase, percebe-se diversos papéis desempenhados pelo PF, a começar (fase I) pelo esclarecimento da proposta do projeto a ser desenvolvida, bem como as regras para sua elaboração, os conteúdos trabalhados e os critérios de avaliação. Nas fases II e IV o docente se dispôs a tirar dúvidas na criação inicial do protótipo quanto na sua (re)elaboração para a versão final. Nas fases III e V provocou os alunos com alguns questionamentos acerca dos conteúdos, visualizados de forma prática. Forneceu dicas para melhorar os protótipos, fez uso de recursos didáticos auxiliares como o uso de simuladores, *sites* de pesquisa para fundamentar o conteúdo e de redes sociais para a publicação do Canhão de Batatas. Todos esses papéis são ratificados pelos instrumentos de coleta utilizados na pesquisa, conforme será visto a seguir.

Ao solicitar, por *e-mail* (no dia 05/08/2018), maiores informações ao professor sobre o objetivo da proposta do “Canhão de Batatas”, ele responde:

Propiciar aos alunos um embasamento prático dos conceitos teóricos adquiridos através dos conteúdos programáticos ministrados em sala de aula em torno de uma atividade única. As relações teóricas das disciplinas ocorrerão através de uma atividade prática aplicada, sob a orientação dos docentes. Este projeto busca, preferencialmente, a resolução de problemáticas reais de uma área de estudo específica e a promoção da multidisciplinaridade entre os docentes. O instrumento em questão visa, portanto, contextualizar através da articulação entre teoria e prática; além de possibilitar a avaliação e vivência do discente, sob circunstâncias similares a situações reais de atuação profissional. (Evento 1 - *E-mail* respondido no dia 06/08/2018).

Pela descrição realizada dois pontos importantes merecem destaque. Primeiro, quando o projeto é proposto pelo professor, Hernández (1998) destaca ser uma característica dos projetos de ensino e não de aprendizagem. Segundo, as regras estabelecidas passam uma ideia de prática pedagógica engessada, como o processo de instrução de Herbart (LOURENÇO FILHO, 1974). Ainda que sejam pontos oriundos da literatura, é importante não generalizá-los para os tipos de projetos desenvolvidos (se de ensino ou de aprendizagem), pois a diferença prática será na(s) atitude(s) do(s) discente(s), como é destacado a seguir.

Considerou-se o contexto, o interesse intrínseco, a iniciativa, a criatividade, o engajamento ativo e a diversidade de estratégias que os próprios estudantes desenvolveram no decorrer da elaboração e competição do Canhão de Batatas. Por sua vez, a Project-BL afasta a ideia de conceitos abstratos, situando os conceitos concretos na vivência e na ação fazendo com que o aluno aprenda a fazer na ação, conforme discute Hernández (1998).

A quantidade de regras não coibiu os estudantes de desenvolverem o projeto. Ainda que esse artigo tenha priorizado o papel do docente de Física ao fazer uso da Project-BL na maior parte de suas disciplinas, observou-se pelas ações dos discentes, sua intensa participação, interação e envolvimento entre os grupos, tanto na criação dos protótipos quanto na sua execução.

Mesmo que o docente tenha proposto o projeto, o evento 1 mostra que seu papel não foi apenas o de fornecer regras, mas de orientar as atividades práticas, contextualizá-las com problemáticas reais, promover a articulação entre teoria e prática e possibilitar novas formas de avaliação por meio da vivência dos discentes com o que seria desenvolvido por eles. Todos esses papéis ficaram evidenciados na apresentação inicial dos protótipos, quando PF lançou perguntas práticas do cotidiano para a compreensão do conteúdo. Esses papéis possibilitaram



ao professor o de reincorporar os temas de estudo na experiência vivida, papel mais difícil segundo Dewey (1959a).

A aplicação prática dos conteúdos é referenciada em sua fala quando diz:

[...] uma coisa é eu falar que o conceito funciona, ah... tem essa aplicação. Outra coisa é eles colocarem o conceito pra funcionar. Então, quando eles trabalham com esse tipo de projeto, eles veem na prática, né, aquele conceito. [...] Por exemplo: Lançamento oblíquo. Lançamento de projétil como foi o caso do canhão. A gente chega, vê, faz as contas e vê que o alcance máximo é para um determinado ângulo. Aí outra coisa é ele pegar o canhão e jogar. Ah, se ele aumentar um pouquinho ele vai, mas se eu aumentar mais, o que acontece? Sempre tem o ângulo perfeito para poder ter o alcance máximo. Então é verificar na prática mesmo como é que os conceitos da Física e da Matemática, é, estão no dia a dia. E o projeto propiciou isso. Além de ver a cara deles, né, vendo o protótipo e vendo o negócio funcionando, foi incrível. (Evento 2 - Entrevista realizada no dia 30/10/2017).

O PF, em seu relato, enumera como características a formulação e a resolução de problemas, diagnóstico de situações e o desenvolvimento de estratégias analíticas, quando diz: “a gente chega, vê, faz as contas e vê que o alcance máximo é para determinado ângulo”. É o planejamento do “Canhão” posto à prova, visualizado desde o início do evento 2, sendo o diagnóstico da situação hipotética o primeiro passo, já que, para formular e resolver por meio de estratégias analíticas, foi preciso uma avaliação prévia do projétil, não sendo, portanto, uma sequência única e fixa de passos.

Ao mesmo tempo em que houve exposição de cada momento e a explicação da importância de sua realização, PF lançou dicas simples, como a utilização de materiais de baixo custo, como PVC e válvula de pneu. Essas estratégias utilizadas para auxiliar na compreensão do conteúdo fez com que o aluno percebesse que não é um material caro que estabelecerá o diverso na criação do protótipo, mas o pensar reflexivo, o debruçamento sobre o objeto de estudo que pode ser ratificado pela originalidade e a criatividade do aluno.

PF demonstra ter conhecimento sobre práticas interdisciplinares, quando relaciona a Física com outra(s) disciplina(s), no caso, a Matemática, exemplificando no quadro branco suas relações. Estas são ratificadas no objetivo do projeto, quando aparece “[...] a promoção da multidisciplinaridade entre os docentes”, no evento 1. Complementar aos papéis citados no evento 1, por meio do evento 2, pontuam-se o fornecimento de dicas e a promoção da

interdisciplinaridade. Nesse caso, o professor atuou como facilitador e orientador (BENDER, 2014) ao fornecer informações-chaves para a construção do protótipo e explicar a relação entre as áreas do conhecimento envolvidas.

Especificamente sobre utilizar as tecnologias digitais, como recurso didático auxiliar, em sua prática docente, PF é questionado:

Pesquisadora: Compare suas aulas com e sem a utilização das tecnologias digitais.

PF: [...] pra mim dar uma aula com as tecnologias, eu tenho que procurar uma simulação, se não tiver disponível na rede eu tenho que fazer a simulação, criar e, muitas vezes, por exemplo, quando já tem eu tenho que aprender a usar, tenho que verificar todos os casos, verificar se não tem nenhum erro, isso só da simulação, procurar vídeos, tome tempo olhando aí, vídeo por vídeo no *Youtube* pra ver se ele tá falando tudo correto ou se tá assassinando a Física e além de tudo, preparar os *slides*, né, porque eu não gosto de simplesmente jogar o texto lá não. Procuro uma imagem, escrevo a equação bonitinha. Faço tudo no latex<sup>11</sup>, né, pra ficar a coisa mais linda do mundo. Então, dá um trabalho danado. Normalmente eu passo três, quatro horas pra preparar uma aula de duas horas. Então, eu passo mais tempo preparando do que dando propriamente dita a aula. [...] (Evento 3 - Entrevista realizada no dia 30/10/2017).

No referido evento, o engajamento ativo é visualizado pela preocupação singular do professor, não somente em levar um material de qualidade para a turma, mas também de testá-lo quando de sua existência, de criá-lo quando da sua inexistência, de verificar erros, de alinhá-lo à literatura (revisando conceitos fundamentais), bem de como fazer a transposição didática para uma melhor compreensão do conteúdo por parte do aluno. A análise metódica de PF acerca do material demonstra não apenas uma preocupação com o aspecto visual, mas também um envolvimento e sensibilidade do docente em fazer com que o conteúdo chegasse compreensivamente ao aluno. A linguagem utilizada pelo PF facilitou a transposição didática, pois era bem próxima a linguagem dos alunos e as relações estabelecidas entre eles eram de informalidade, promovendo um ambiente favorável à aprendizagem. Essa ideia se aproxima das discutidas por Dewey (1959a) quando este argumenta que os docentes não podem impor o

---

<sup>11</sup> Programa de editoração de documentos para a elaboração de textos científicos.

sentido democrático na aula, mas têm de criar um ambiente em que os discentes se assumam por si mesmos e com responsabilidades.

A qualidade de seu planejamento ultrapassa a ideia de que planejar é somente organizar mentalmente a própria ação, mas, é ainda, de se envolver em favor da aprendizagem discente, de dar significado ao seu trabalho. Seu papel não é meramente ensinar, mas também fazer o possível e comprometer-se com a aprendizagem, preparando ganchos para as aulas seguintes. Esse cuidado com a formação inicial do aluno não deixa de ser um momento seu de formação continuada, de aprofundamento pessoal e ocasião de pesquisa. Ou seja, compreende a pesquisa como um princípio de sua prática e não como um fim em si mesma, quando diz que passa de três a quatro horas pesquisando para planejar uma aula de duas horas. A preparação envolve conhecimento do conteúdo para saber se realmente o que está sendo levado para os alunos é a informação correta.

O evento a seguir mostra outra vez a capacidade do PF de relacionar teoria e prática quando iniciava uma aula expositiva com a explicação da história da ciência, como é descrito.

*Pesquisadora:* Ao observar suas aulas, vi que mesmo numa disciplina de cálculo você inicia a aula com os fundamentos teóricos e só depois parte para a resolução de problemas. Qual a importância, numa disciplina como a sua, de apresentar a teoria para posteriormente solicitar que os alunos resolvam questões?

*PF:* Antes deles começarem a responder algum problema, a tentarem entender algum problema, eles têm que entender pra que que serve, né? Então a minha ideia é sempre criar uma provocação antes de começar mesmo a fazer os cálculos, fazer alguma coisa do tipo, mostrar uma aplicabilidade, porque isso aí já motiva eles. [...] Eu lembro uma vez eu comecei com vários problemas que ainda não foram resolvidos e comecei a ... isso tem uma aplicação aqui, isso tem aplicação aqui, isso tem aplicação aqui, beleza. Mas agora vamos ver a teoria por trás. Além disso eu gosto da história, sobre a história da ciência porque é interessante, muitas vezes os alunos acham, sei lá, que o camarada que inventou algum conceito físico era um gênio, só que não. Eram pessoas que nem a gente. Então eu gosto sempre de contextualizar tanto no nosso dia a dia como também mostrar é ... como era na época que foi criado, porque assim eles conseguem estabelecer uma relação melhor e o processo de aprendizagem acaba sendo satisfatório. (Evento 4 - Entrevista realizada no dia 30/10/2017).

Elementos como a motivação externa, contextualização com a prática social e a explicação da gênese do conhecimento também são importantes para que a aprendizagem do

discente flua. Se esses elementos são considerados no planejamento do professor, podem contribuir para o desenvolvimento das capacidades estudantis (HERNÁNDEZ, 1998).

Ainda que a Project-BL fosse predominante em sua metodologia, sua prática traz elementos da aprendizagem baseada pela pesquisa (ao se fazer um professor curioso e por fazer diretamente os discentes procurarem materiais de baixo custo para a constituição dos projéteis) e a resolução de exercícios, oriunda de exposições teóricas (aula centrada no docente), todas elas com suporte das tecnologias digitais.

Um papel discutido na literatura e desempenhado pelo PF na Project-BL foi a utilização da estratégia do trabalho em grupos (MERGENDOLLER, THOMAS, 2005; BARELLI, 2007; BENDER, 2014; COHEN, LOTAN, 2017), como é visualizado no evento 5.

Pesquisadora: [...]. De que forma o trabalho em grupos e com projetos favorece a aprendizagem do aluno?

PF: Primeiramente eu quis fazer em grupo, né, porque eles teriam que gastar dinheiro pra montar os protótipos do que eu pedi na disciplina. Então, em grupo eles conseguiriam reduzir o custo. Então, esse era um fator preponderante. E segundo, é, eles também poderiam trocar ideias. [...] poderiam completar, completar o conhecimento do outro. [...] Então essa, essa experiência em grupo funcionou pra mim na graduação e eu creio que é interessante pra eles. (Evento 5 - Entrevista realizada no dia 30/10/2017).

Pelo exemplo de PF, a concepção de atividade em grupo como divisão de valor monetário (não de tarefas) chega a ser mais importante do que o espírito de aprender colaborativamente (que veio em segundo plano). Tal ideia chega a ser contraditória num espaço formativo, pois as atividades, inicialmente, devem possuir valor intrínseco (fazer sentido para o aluno) (CLAPARÈDE, 1958; DEWEY, 1959).

Mesmo que a ideia do professor para a realização da atividade em grupo não tivesse a concepção inicial de colaborar, PF compreende que funciona como frisou ao final de sua fala: “[...] essa experiência em grupo funcionou pra mim na graduação e eu creio que é interessante pra eles”. No evento mencionado, houve transparência do real objetivo da atividade para o aluno.

Ainda sobre esse trecho, PF compara as práticas docentes do tempo em que fora aluno com as práticas docentes atuais na qualidade de professor, validando a ideia de que a forma como se ensina é a mesma daquela com que se aprende, ou seja, se PF aprendeu por meios tradicionais, o seu modo de ensinar será de modo tradicional. Se funcionou para ele, como

aluno, funcionará para seus alunos, ideia de que nem sempre será validada em razão das variáveis do processo educativo: contexto, aluno, recursos etc.

Volta-se para a segunda ideia de PF, sobre a atividade em grupo possibilitar a troca de ideias. Se a atividade também teve esse propósito, questiona-se, no papel de professora, pesquisadora e autora deste artigo: uma atividade em grupo tem como finalidade a interação e integração dos alunos ou a concretude da atividade? Por exemplo: “completar o conhecimento do outro”, fala de PF (ação com finalidade de interação e integração) ou de completar uma ação específica, a montagem do protótipo (concretude da atividade)?

Como foi visto na Project-BL, os dois elementos podem ser considerados para que haja envolvimento dos discentes com a sua aprendizagem. Primeiro: a ação a ser desenvolvida, visando a alcançar o objetivo traçado, a construção de novos conhecimentos. Segundo, o estabelecimento de relações sociais, podendo este objetivo ser obtido por meio de atividades individuais ou em grupo. Se individual, havendo senso da ideia partilhada, do espírito coparticipativo, da escuta sensível e da fala negociada, sendo o outro fundamental para a conclusão da atividade.

A seguir, o quadro 3 resume os papéis do PF desempenhados na Project-BL.

Quadro 3 – Papéis desempenhados por PF na Project-BL

<b>PAPÉIS DESEMPENHADOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clareza na proposta da Project-BL (o que inclui os conteúdos trabalhados, objetivos a serem atingidos, as regras e os critérios de avaliação)</li> <li>- Considerou as construções e elaborações de conceitos (Lançamento de Projétil) por parte dos alunos</li> <li>- Atuou como orientador e condutor (mediador) das experiências dos discentes</li> <li>- Mostrou-se comprometido/ engajado no processo de aprendizagem</li> <li>- Esteve presente em todo o percurso da aprendizagem discente e não somente delegou atribuições e tirou dúvidas</li> <li>- Explorou informações dentro e fora da sala de aula, quando os alunos se reuniram fora da instituição para a elaboração do “Canhão de Batatas”</li> <li>- Capacidade de reaplicar o que aprendeu (quando estudante de Graduação)</li> <li>- Estimulou a curiosidade (quando questionava os alunos e fez uso da pesquisa para práticas discentes mais autorais), a criatividade, o diálogo e o espírito de observação dos discentes tanto no</li> </ul>

desenvolvimento quanto na condução do projeto

- Utilizou a pesquisa em benefício próprio, ao realizar seu planejamento e se atualizar de materiais já publicados, exercendo o papel de aprendiz e não o de detentor do conhecimento
- Motivou os discentes ao mostrar a gênese do conhecimento teórico
- Promoveu a interdisciplinaridade (inter-relação entre os conteúdos de Matemática e Física)
- Utilizou estratégias com foco na compreensão do conteúdo (Ex: Lançamento de Projétil) e na colaboração/ cooperação por meio do trabalho em grupo
- Utilizou a Project-BL como atividade experimental visando à relação entre teoria e prática e a contextualização com a prática social do discente (situações reais)
- Utilizou as tecnologias como recurso didático auxiliar e para a publicação de conteúdos *online*.

Fonte: Ventura (2019).

Ao pontuar os papéis desempenhados pelo professor investigado, percebe-se um avanço se comparado aos discutidos na literatura. Todavia, em nenhum momento a intenção foi julgá-lo como sendo ou não um bom professor, pois uma avaliação dessa natureza requer considerar outras características (NÓVOA, 2009). Nesse sentido, iniciou-se a análise dos dados com uma descrição de suas ações e, posteriormente, a discussão sobre os papéis exercidos quando a Project-BL foi desenvolvida.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente investigação teve como pergunta norteadora: que papéis o professor têm desempenhado na Project-BL? A partir dessa questão, objetivou-se mapear os papéis desempenhados por um docente de Física na Project-BL. Inicialmente fez-se um levantamento teórico de autores que discutissem sobre Project-BL, bem como o que eles pontuavam sobre o papel do docente nessa metodologia de ensino.

Após a identificação desses papéis, percebeu-se um avanço da pesquisa realizada aos achados da literatura e do estado da arte. Avanço no que diz respeito aos papéis e fins das atividades quando um projeto é proposto pelo professor. Apesar de ter sido uma iniciativa do PF, o projeto possuiu características que foram além do interesse e da curiosidade (DEWEY, 1959), exigindo dos alunos criatividade e produção autoral em todo o percurso de criação,

considerando as ações dos discentes, o contexto e a intenção maior do professor, que foi desencadear uma aprendizagem mais autônoma e participativa.

O projeto requereu do professor investigado estudo, pesquisas e adaptações da sua prática (tomando por base a sua experiência de aluno). Os dados mostraram também que o PF apresentou todos os papéis discutidos no referencial teórico, mas no contexto da Project-BL desempenhou outros papéis, conforme exposto no quadro 3.

O referencial teórico se fez importante por compreender que as ações do docente devem considerar a literatura quando o foco é a aprendizagem, mas considerar também que a sua presença atuante e frequente é indispensável para o desenvolvimento de projetos, o que ratifica a Unesco (1998) ao afirmar que professor e aluno são protagonistas e não apenas este como aparece nas pesquisas sobre metodologias ativas. Se o professor é indispensável (WESTBROOK, TEIXEIRA, 2010), não apenas faz a mediação e atua como aprendiz (HERNÁNDEZ, 1998), mas supervisiona todo o percurso de aprendizagem e propõe uma diversidade de estratégias para que o aluno se faça ativo.

Embora se espere autonomia discente nas metodologias ativas, a ação diretiva do professor foi fundamental para gerenciar o percurso e o desenrolar das ideias dos alunos, fazendo-se uma figura de destaque também. A intenção da pesquisa não foi tirar o protagonismo do educando, mas reconhecer que o educador é tão importante quanto aquele e que ambos precisam se reconhecer como parte do processo educativo desempenhando papéis.

Nesse sentido, defende-se que o cerne da Project-BL está na intencionalidade da proposta, independente de quem propõe o projeto (se professor ou aluno). Se ela (a proposta) possui uma intencionalidade educativa, como frisa Dewey (1959), os alunos, provavelmente, irão participar, se engajar no grupo e permanecerem motivados até o final. Tal intencionalidade exige maior planejamento e clareza do docente para com os discentes (dos objetivos à avaliação). Ainda que estratégias para a compreensão do conteúdo tenham sido utilizadas, é importante aliá-las a estratégias de incentivo à participação do aluno, ambas devendo ser inseparáveis, caso contrário não mobilizará a aprendizagem ativa.

Especificamente sobre as tecnologias, estas foram utilizadas com intencionalidades diferentes: como suporte para divulgação do programa da disciplina e dos projetos no *Youtube*, slides para sistematizar e organizar os conteúdos teóricos, simuladores para uma

aproximação mais próxima com o objeto de estudo e como meio de pesquisa. Ratifica-se, que as tecnologias utilizadas contribuíram favoravelmente para o protagonismo do discente.

Como sugestões para trabalhos futuros, elencam-se três: investigar os papéis desempenhados pelos alunos que possam ir além da atuação protagonista e autônoma. Ou seja, identificar outras características, destacando habilidades específicas e pontuando em que momento a aprendizagem se dá. A segunda sugestão, aprofundar sobre a contribuição das tecnologias na Project-BL, pois um dos aspectos positivos foi a análise da prática do professor quando ele fez uso de alguma tecnologia. Tal análise não partiu de uma formação sobre metodologias de ensino nem de tecnologias e sua relação. E a terceira, atualizar os projetos pedagógicos dos cursos da instituição, especialmente, os que o professor atuou.

## REFERÊNCIAS

BARELL, J. **Problem based learning: an inquiry approach**. 2 ed. Thousand Oaks: Corwin, 2007.

BARROS, M.; MARTINS, S. Artefatos digitais para o museu dica: contribuições para a formação de professores de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, p.283-314, abr.2020.

BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos: educação diferenciada para o século XXI**. Porto Alegre: Penso, 2014.

CLAPARÈDE, Edouard. **A educação funcional**. Tradução e notas de J. B. Damasco Penna. 5. ed. São Paulo: Companhia Editoria Nacional, 1958.

COHEN, E. G.; LOTAN, R. A. **Planejando o trabalho em grupo: estratégias para salas de aula heterogêneas**. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2017.

CONDLIFFE, B.; QUINT, J.; VISHER, M. G.; BANGSER, M. R.; DROHOJOWSKA, S.; SACO, L.; NELSON, E. **Project-based learning: a literature review**, 2017. Disponível em: <<https://bit.ly/2FnxtRI>>. Acesso em: 27 mar. 2021.

CORRALLO, M. V.; JUNQUEIRA, A. de C.; SCHULER, T. E.. Ciclo de modelagem associado à automatização de experimentos com o arduino: uma proposta para formação continuada de professores. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.35, n.2, p. 634-659, ago.2018.



DEWEY, J. **Como pensamos**: como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo: uma reexposição. Tradução de Haydée de Camargo Campos. 3. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959.

DEWEY, J. **Democracia e educação**: introdução à filosofia da educação. 4 ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959a.

HERNÁNDEZ, F. **Transgressão e mudança na educação**: os projetos de trabalho. Tradução: Jussara Haubert Rodrigues. Porto Alegre: Artmed, 1998.

LIBANEO, J. C. **Didática**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2013.

LOURENÇO FILHO, M. B. **Introdução ao estudo da escola nova**: bases, sistemas e diretrizes da pedagogia contemporânea. 11. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1974.

MASSONI, N. T.; BARP, J.; DANTAS, C. R. da S. O ensino de física na disciplina de ciências no nível fundamental: reflexões e viabilidade de uma experiência de ensino por projetos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.35, n.1, p. 235-261, abr.2018.

MERGENDOLLER, J. R.; THOMAS, J., W. **Managing project-based learning**: principles from the field, 2005. Disponível em: <<https://bit.ly/2D0xHMP>>. Acesso em: 27 mar. 2021.

MINAYO, M. C. de S. (org.); DESLANDES, S. F.; GOMES, R. **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. Petrópolis, RJ: Vozes, 2016.

MOREIRA, H.; CALEFFE, L. G. **Metodologia da pesquisa para o professor pesquisador**. Rio de Janeiro: DP&A, 2006.

PEREIRA, M. V. et al. Demonstrações experimentais de física em formato audiovisual produzidas por alunos do ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.28, n.3, p.676-692, dez.2011.

RAPOSO, W. L. História e filosofia da ciência na licenciatura em física, uma proposta de ensino através da pedagogia de projetos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.31, n.3, p.722-738, dez.2014.

ROCHA, F. S. da. et al. Acelerômetro eletrônico e a placa arduíno para ensino de física em tempo real. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.31, n.1, p.98-123, abr.2014.

SENRA, C. P.; BRAGA, M. Pensando a natureza da ciência a partir de atividades experimentais investigativas numa escola de formação profissional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.31, n.1, p.7-29, abr.2014.

SILVA, D. B. F. da; BOZELLI, F. C. Influências de metodologias de aula nos discursos sobre aula de física de estudantes do ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.36, n.3, p.599-629, dez.2019.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 2 ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

TRAVAIN, S. A.; ASSIS, A; CINDRA, J. L. Corrida de bolinhas: reflexão sobre o uso do conceito de movimento e de conservação de energia mecânica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.35, n.2, p.518-531, ago.2018.

UNESCO. **Declaração Mundial sobre Educação Superior no Século XXI: visão e ação**. 09 out.1998. Disponível em: <<https://bit.ly/1mHodqM>>. Acesso: 27 mar. 2021.

VENTURA, P. P. B. **Indicadores de metodologias ativas com suporte das tecnologias digitais**: estudo com docentes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará. 2019. 195f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Ceará, 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/40528> Acesso em: 27 mar. 2021.

VENTURA, P. P. B. **Comunidades de aprendizagem em cursos a distância**: investigando as relações sociais em ambientes virtuais. 2009. 153f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Ceará, 2009. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/3173> Acesso em: 27 mar. 2021.

WETSBROOK, R. B.; TEIXEIRA, A. **John Dewey**. Tradução: José Eustáquio Romão e Verone Lane Rodrigues (org.). Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Massangana, 2010.

YIN, R. K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

## MAPEAMENTO E ANÁLISE DAS METODOLOGIAS ATIVAS NO CICLO BÁSICO (FÍSICA E MATEMÁTICA) E PROFISSIONALIZANTE DOS CURSOS DE ENGENHARIA EM PERIÓDICOS DA SCOPUS

### **Marina Fank de Almeida**

Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTFPR.  
E-mail: maafank@gmail.com

### **Mateus Miranda do Nascimento**

Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTFPR.  
E-mail: mateus\_mn@live.com

### **Matheus Raphael Elero**

Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Londrina/UEL.  
E-mail: matheuselero1@gmail.com

### **Lucas Yuji Kaneko**

Graduação em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTFPR.  
E-mail: lucaskaneko@alunos.utfpr.edu.br

### **Andréa Maria Baroneza**

Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC. Professora pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTFPR.  
E-mail: abaroneza@utfpr.edu.br

### **Paulo Sérgio de Camargo Filho**

Doutor em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina/UEL. Professor no Departamento de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTFPR.  
E-mail: paulocamargo@utfpr.edu.br

**Resumo:** Este artigo investiga as metodologias ativas presentes no ciclo básico (Física e Matemática) e profissionalizante dos cursos de Engenharias, por meio do mapeamento e análise das publicações com maior fator de impacto (JCR) nos últimos 5 anos, disponíveis na plataforma digital da Scopus referentes ao tema. Inicialmente foi realizado um levantamento geral dos artigos disponíveis publicados sobre o assunto e, na sequência, fez-se uso de critérios de inclusão e exclusão para esta investigação, refinando os objetos científicos a serem analisados. Por fim, utilizado um modelo de categorização estabelecida pela literatura consultada, levando em consideração as diferentes metodologias ativas aplicadas nesse contexto de estudo e, a seleção dos principais artigos com maior fator de impacto (JCR) no período analisado. A partir da categorização e análise sistematizada de 188 (cento e oitenta e oito) artigos encontrados no levantamento, foi possível identificar, ao menos 13 (treze) diferentes estratégias de ensino aplicadas no ciclo básico (Física e Matemática) e profissionalizante dos cursos de Engenharia, com destaque para o uso de “Métodos de Ensino Interativos por Meio Digital”, “Aprendizagem Baseada em Projetos” e “Aprendizagem Baseada em Problemas”, como as principais das metodologias ativas utilizadas nesse contexto.

**Palavras-chave:** Metodologias Ativas, Ensino de Engenharia, Ensino Superior.

**Abstract:** This article investigates the active methodologies present in the basic cycle (Physics and Mathematics) and professionalizing Engineering courses, through the mapping and analysis of publications with the greatest impact factor (JCR) in the last 5 years, available on the Scopus digital platform for to the theme. Initially, a general survey of the available articles published on the subject was carried out and, subsequently, inclusion and exclusion criteria were used for this investigation, refining the scientific objects to be analyzed. Finally, a categorization model established by the consulted literature was used, taking into account the different active methodologies applied in this study context and the selection of the main articles with the greatest impact factor (JCR) in the analyzed period. From the categorization and systematized analysis of 188 (one hundred and eighty-eight) articles found in the survey, it was possible to identify at least 13 (thirteen) different teaching strategies applied in the basic (Physics and Mathematics) and professional cycle of Engineering courses, with emphasis on the use of "Interactive Teaching Methods by Digital Media", "Project-Based Learning" and "Problem-Based Learning", as the main active methodologies used in this context.

**Keywords:** Active Methodologies, Engineering Teaching, Higher Education.

## INTRODUÇÃO

Pesquisas costumam apontar teorias que tratam da importância da mudança na forma como o ensino deve ser propagado pelo professor e há também muitos questionamentos sobre a aprendizagem dos alunos, o grau de distanciamento entre o ensino do professor e a aprendizagem do aluno. Das propostas que apontam a necessidade de adaptação na atuação do docente, muitas são somente de cunho teórico e não apresentam resultados de professores que aprimoraram seu ensino. São conhecimentos fundamentais, que geram reflexões, mas, nem sempre mudança de atitude no professor apegado a sua prática. Mudanças no saber docente demanda tempo, é processual e progressivo, seu domínio se dá no ambiente de trabalho (TARDIF, 2002). É adquirido pelo professor com o tempo no magistério por meio de estudos, apreensão das teorias, do aprimoramento e, sobretudo, do desenvolvimento da prática que aperfeiçoa o saber ensinar.

Para o professor se dispor a adaptar seu ensino, precisa sentir-se seguro com os estudos teóricos que apresentam resultados sobre a aplicação de novas práticas metodologias, assim como,

seu impacto na aprendizagem dos alunos. Há muita resistência no professor, mesmo ciente do novo ser social que habita o ambiente escolar que responde a esta nova sociedade em sua atualidade. Há receio de realizar novas experiências, ele resiste quando corre o risco de expor aos alunos e demais pares suas fragilidades num campo do conhecimento o qual não foi capacitado, então, é comum proteger-se por trás do conhecimento que possui, muitas vezes até negando a importância da formação pedagógica para exercer com êxito o seu papel como professor.

Mas, é possível ultrapassar a resistência à mudança de forma processual. Oferecendo ao professor novas possibilidades pautadas em resultados concretos. A trajetória profissional do professor é construída passo-a-passo e seu conhecimento aprimorado em sintonia com a utilidade, faz desse profissional um sujeito corajoso e interessado, alguém auto questionador que está em constante busca por melhorias. Ele sabe que a didática não pode ser estática, que seu papel é de ser facilitador, mentor ou mediador que intermedia o acesso do aluno ao conhecimento (VEIGA, 2006). Para ele, se o aluno aprende de formas diferentes é preciso lhe apresentar novas formas de ensino. Se o perfil do aluno muda em razão da influência do meio em que vive, essas mudanças devem ser acompanhadas e consideradas por ele, o professor.

Melhorar e fortalecer os sistemas educacionais para as demandas sociais emergentes é um grande desafio para pesquisadores de universidades do Brasil, especialmente em áreas relacionadas à Inovação em Ciência, Tecnologia, Engenharias e Matemática (CAMARGO FILHO, et. al, 2019). Tendo em vista o lugar central ocupado pela Engenharia na geração de conhecimento, tecnologias e inovações, é estratégico considerar as novas Diretrizes Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia – DCNs de Engenharia, como peça-chave deste processo (BRASIL, 2019). Nessas DCNs, há o destaque para a organização curricular, que passa a encampar estratégias de ensino e aprendizagem preocupadas com o desenvolvimento das competências, com a integração e exploração dos conteúdos a partir de situações-problema reais ou simulados da prática profissional (ibid.), em contraposição ao tradicional sistema educacional que, segundo constatou Barrett et al. (2015), é construído principalmente com base conceitos teóricos, e não em casos reais.

Em consonância, o contexto desta investigação abarca tanto o ciclo básico como profissionalizante em Engenharia. Destaca-se, que o ciclo básico é um período formativo crucial os estudantes de engenharia, pois é nesta fase que toda base de conhecimentos físicos e matemáticos necessários ao melhor entendimento das disciplinas do ciclo profissional é apresentada aos alunos

(STEPHANI, 2020). É durante o ciclo básico também que ocorre o maior percentual de evasão nos cursos de engenharia (ibid.). Torna-se então um desafio para o docente do campo da Física e Matemática que atuam nos cursos de Engenharias propor estratégias metodológicas para o aluno crie conexões dos conteúdos de Cálculo e Física com as disciplinas do campo profissional.

Com base nestas e em outras descrições disponíveis em materiais de peso científico, é que este trabalho foi realizado com a finalidade de apresentar o mapeamento das publicações sobre quais são as metodologias ativas utilizadas pelos professores no ensino das ciências exatas do ciclo básico (Física e Matemática) e profissionalizante dos cursos de Engenharia por meio da seleção dos principais artigos com maior fator de impacto (JCR) nos últimos 5 anos, disponíveis na plataforma *Scopus* por meio digital. Foi uma revisão avançada de pesquisas com enfoque no tema “uso de novas metodologias de ensino por professores que lecionam nos cursos de engenharia”, presentes na base de dados Plataforma *Scopus*. Inicialmente ocorreu um levantamento completo dos artigos disponíveis publicados sobre o assunto; na sequência, fez-se uso de critérios de inclusão e exclusão para esta pesquisa, o que ajudou a chegar num volume mais objetivo de materiais científicos apropriados à mesma e; por fim, a proposição de uma categorização estabelecida pela literatura consultada, levando em consideração os nomes das novas metodologias aplicadas no contexto da investigação e, a seleção dos principais artigos com maior fator de impacto (JCR) no período analisado.

Este mapeamento tem relevância por apresentar ao professor reflexivo e inquieto com sua prática, quais metodologias ativas de ensino foram aplicadas nos cursos de engenharia no período analisado e, além disso, direcionar ao professor acesso a uma leitura aprofundada aos artigos mais importantes em razão de seu fator de impacto (JCR). O que busca corroborar com os autores acima (TARDIF, 2002; VEIGA, 2006; CAMARGO FILHO, et. al, 2019) quanto ao aprimoramento, adaptação, complementação, mudança radical, ou seja, naquilo que é a necessidade individual do professor envolvido no complexo ambiente formativo do ciclo básico (Física e Matemática) e profissionalizante dos cursos de Engenharias, assim como da sua formação permanente e do pensar reflexivo sobre sua prática de ensino.

## ASPECTOS GERAIS DO ENSINO SUPERIOR

O ensino de nível superior no Brasil se desenvolveu de forma tardia (Durham, 2000). O marco histórico sela à evolução da educação superior brasileira entre a Proclamação da República e o final do século XX. Dentro desse período teve início o ensino de engenharia no Brasil, que se deu em 1738 com a segunda carta régia de Dom Pedro II, quando o ensino de engenharia foi efetivado no ensino militar. A partir do ano de 1968 foi aprovada a lei nº 5540, estabelecendo regimes de créditos, organizando os departamentos das universidades instaurando a pesquisa universitária e, apenas em 1996, com a aprovação da lei Diretrizes e Bases da Educação (LDB), ocorreu um grande crescimento no número de cursos de engenharia no Brasil (ALMEIDA et al., 2008).

Com o passar do tempo, o Brasil demonstrou um crescimento considerável no número de alunos ingressantes no ensino superior nos cursos de engenharia e, em contrapartida, o número de abandono era muito grande. A evasão dos cursos de engenharia se dá por diversos fatores. Para Davok e Bernard (2010, apud Biazus, 2004, p. 79), as causas da evasão podem ser divididas em ambiente interno e ambiente externo relacionadas. As causas internas referem-se aos recursos humanos, aspectos didático-pedagógicos e à infraestrutura. Já as causas externas são ligadas a aspectos sócio-político-econômicos, alusivo à vida pessoal do aluno.

Gomes *et al.* (2010, p.7) reforça que elementos didático-pedagógicos lecionados pelos docentes tem grande influência sobre suas escolhas, “muitos professores não possuem formação didático-pedagógica para ministrar aulas, sendo extremamente tecnicistas, não estimulando a participação e a busca de conhecimentos”. Uma possível forma de solucionar essa adversidade, de acordo com Casarin (2012), é a capacitação em serviço, ou seja, o treinamento pedagógico de modo com que o professor engenheiro adquira um perfil docente com competências e habilidades didáticas. Em razão disso, agrega-se o conhecimento técnico adquirido no mercado de trabalho com o conhecimento didático-pedagógico obtido na capacitação, tornando o ensino em engenharia muito mais didático e eficiente.

Molisani (2016) comenta sobre o perfil didático-pedagógico do professor engenheiro. Segundo o autor, na década de 80, migraram da indústria vários engenheiros para ensinar nas Universidades, devido à crise econômica que assolava o Brasil na época. Mas, em razão desses

profissionais terem recebido de suas estruturas curriculares uma formação que não oferecia disciplinas com conteúdo didático-pedagógico, tiveram muitas dificuldades em ensinar, simplesmente, não tinham didática. Dois séculos se passaram e ainda não se registra, nas engenharias, nenhuma revolução na organização dos cursos, nem nos métodos e técnicas de ensino/aprendizagem. Consequentemente, conserva-se, portanto, o pensamento tradicional que associa o bom professor ao ensino amplo e abrangente do conteúdo das disciplinas, distanciando-se, por sua vez, de uma visão humanística, que busca desenvolver novas tecnologias, além de dialogar diretamente com as demandas e problemas existentes na sociedade.

O autor acentua também que professores são mais valorizados por sua produção científica – a pesquisa, isso afasta o professor dos conhecimentos pedagógicos. No geral o professor acaba ignorando os aspectos didáticos-pedagógicos e habilitam-se sempre mais ao trato da coisa técnica como se assim já estivesse automaticamente habilitado para a docência. A formação de um docente é composta por diversos tipos de saberes, dentre eles estão: ser capaz de relacionar a teoria com a prática, buscar e inovar por novos métodos de ensino-aprendizagem, compreender o relacionamento professor-aluno e aluno-aluno e entre outros.

Para Masetto (2003), o docente deve ter conhecimento de várias técnicas e estratégias, assim como seu domínio para fazer o bom uso em ambientes educacionais; além disso, deve ter a capacidade de identificar quando for necessário realizar adaptações e modificações das diversas técnicas para ter um melhor aproveitamento e compreensão dos alunos; e com conhecimento e aporte de várias técnicas seja capaz de criar estratégias contemporâneas de ensino-aprendizagem.

## **METODOLOGIAS ATIVAS DE ENSINO E O SABER DOCENTE**

A necessidade de uma educação ampla e abrangente tem sido o enfoque do desenvolvimento de metodologias ativas de ensino nos últimos anos, como afirma Casado, Llamas e Lopez-Fernandez (2015). Nesse sentido, o estudo feito pelos autores demonstra que por meio da compreensão das inteligências múltiplas e desenvolvimento delas, assim como, a melhora da lateralidade proporciona não somente um ganho no desempenho acadêmico de forma geral, como



também aperfeiçoa a criatividade, a capacidade de pensar em formas inovadoras de resolver problemas e situações. Nesse sentido, é evidente a necessidade de aprimorar não apenas os métodos de ensino como também a formação dos professores, distanciando-se da visão tradicional da educação bancária.

Segundo Paulo Freire (2013, p.66) a educação bancária, é aquela onde “a educação se torna um ato de depositar, em que os educandos são os depositários e o educador o depositante”. Este tipo de pensamento incomoda e tem gerado profundas reflexões entre educadores desde o final do século XX, período em que discussões iniciaram e, desde então, tem estado presente nos momentos de discursos e desenvolvimento da formação continuada do professor. Expressões do tipo: saberes docentes, professor-reflexivo, prática-reflexiva, entre outros, têm sido incorporados aos debates que tangenciam sobre a educação e a formação docente (ALVES, 2007). Apesar disso, na visão do mesmo autor, a tradição teórica arraigada na educação brasileira, em detrimento da sua trajetória histórica, com toda a força que encerra esse conceito, não deve ser desprezada e nem jogada fora, são ferramentas com as quais professores operam e devem continuar operando, mas, é preciso observar criticamente a existência de outras ferramentas úteis e, em que medida, podem ser eficientes.

O professor nesse contexto, diante das mudanças gerais das quais envolve o aluno, parte de uma sociedade cada vez mais tecnológica, vive ao meio à observação do contexto e da necessidade de desenvolver suas habilidades e competências para lidar com as novas tecnologias. O seu papel frente as atuais formas de ensino são diferentes, exige mudanças internas e reformas inovadoras em matéria educativa. Tudo isso em detrimento de uma nova sociedade que passa por profundas mudanças associadas a profunda valorização da informação, onde espera-se do sujeito dessa sociedade que se apresente como um profissional crítico, com capacidade de pensar, de aprender a aprender constantemente, de trabalhar em grupo e se conhecer como indivíduo (MERCADO, 1998).

Pensar sobre essa nova sociedade é desafiador ao professor, desafia a sua formação e a questiona quanto a sua utilidade e eficiência. Segundo Paiva (*et al.* 2016, p. 04), “a aprendizagem necessita do saber reconstruído pelo próprio sujeito e não simplesmente reproduzido de modo mecânico e acrítico.” Em seus escritos, os autores fazem uso da frase (2016, p.04): “enquanto os conteúdos do ensino informam, os métodos de ensino formam”, destacando que a opção

metodológica pode gerar efeitos decisivos sobre a formação da mentalidade do aluno, de sua cosmovisão. Tamanha a importância dada pelos autores à metodologia do ensino que associa a metodologia utilizada pelo professor com a capacidade de ensinar o aluno a ser livre ou submisso, disciplinado ou desordenado, competitivo ou cooperativo.

Entre as metodologias da atualidade que tem apresentado grande potencial em despertar a curiosidade, que tem inserido na teorização de novos elementos, são as metodologias ativas (BERBEL, 2011). A implementação dessas metodologias tem favorecido uma motivação autônoma e fortalecido a percepção do aluno de ser origem da própria ação, como sujeito ativo em seu processo de aprendizagem. É claro que romper com o modo tradicional de ensino e aprendizagem é uma barreira (MONSÃO, 2014) mas, as diversas iniciativas pelo mundo devem motivar os professores na busca de um novo paradigma de educação. “ O conhecimento e o domínio das estratégias é uma ferramenta que o professor maneja de acordo com sua criatividade, sua reflexão e sua experiência, para alcançar os objetivos da aprendizagem (ABREU e MASETTO, 1990, P.03).” Quando o professor enfatiza na aprendizagem, seu papel predominante passa a ser o de ajudar o aluno a aprender e deixa de ser o de ensinar (BERBEL, 2011).

O que está sendo tratado aqui é sobre inovações no papel do professor e na forma como media o conhecimento junto a essa nova sociedade da informação e do conhecimento. E, o enfoque desta pesquisa está no ensino de engenharia. Logo, a engenharia é conhecida como a principal agente responsável pelas inovações tecnológicas (SILVEIRA, 2004). Assim, o professor-engenheiro deve reunir tais demandas por estar de um lado, numa das áreas da ciência que mais sofre pressão pelas exigências de um mundo moderno e sedento por novidades e inovações; de outro lado, por ter se engajado no papel de educador onde deve se repensar a todo momento, na forma como o conhecimento é apreendido pelo aluno assim, desenvolver alternativas metodológicas que ajudem na construção do conhecimento e desenvolvimento da autonomia do aluno (ALTOÉ, 2012).

Se a sociedade atual precisa de um sujeito mais crítico e atuante, mais independente e interdependente, as metodologias ativas sinalizam contribuições para o professor envolver o aluno enquanto protagonista de sua aprendizagem e no desenvolvimento do senso crítico (PINTO et al, 2012). O que as diferenciam é seu foco no aluno, tornando-o protagonista do aprendizado e colocando o ensino expositivo como segundo plano, necessário, mas não prioritário (ARAÚJO,

2015). No Ensino Superior, os cursos da área de saúde foram os primeiros a utilizarem uma metodologia ativa e atualmente essas metodologias foram consolidadas também em alguns cursos de engenharia (MÓRAN, 2015).

Dentre as iniciativas que utilizam metodologias ativas é possível destacar o *Harvard Innovation Lab* (i-lab), criado em 2011 nos EUA, que busca apoiar o empreendedorismo e a inovação entre os estudantes através de programas de incubação e aprendizado experiencial, seja por meio de oficinas ou apoio de especialistas e empreendedores (HARVARD UNIVERSITY, 2019). Outro exemplo é o *The Student Space Programs Laboratory* (SSPL), da *Pennsylvania State University*, focado em sistemas espaciais, que envolve uma oficina para criação de modelos e maquetes, laboratórios de projetos, laboratórios de comunicação e ciência, uma estação de acompanhamento de satélite etc, com a finalidade de permitir que os alunos apliquem os conhecimentos adquiridos em sala de aula no projeto (PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY, 2019).

Uma outra iniciativa mais robusta para criar novas práticas no ensino de engenharia teve início em 2002 no departamento de Aeronáutica e Astronáutica do MIT, o CDIO (*Conceive Design Implement Operate*), foi criado com duas principais motivações: a de resgatar o cunho e espírito prático da engenharia, que com o tempo perdeu espaço para a “ciência da engenharia”, e a de permitir que os estudantes conciliem a aquisição de conhecimentos técnicos com o desenvolvimento de habilidades interpessoais, pessoais e práticas (CRAWLEY et al., 2014).

Segundo Punhagui *et al* (2011), as metodologias ativas propõem maior envolvimento dos alunos utilizando discussão de problemas, trabalhos em grupos, entre outras atividades, todas elas exigindo maior reflexão, integração cognitiva, generalização, e reelaboração de novas práticas, melhorando a aprendizagem de forma autônoma e mais próxima da vida real. Para isso, alguns recursos devem ser utilizados, junto com motivação e diálogo dos professores, além disso, alguns componentes são fundamentais para o sucesso dessas metodologias. (MÓRAN, 2015, p.4) A criação de desafios, atividades, jogos que realmente trazem as competências necessárias para cada etapa, que solicitam informações pertinentes, que oferecem recompensas estimulantes, que combinam percursos pessoais com participação significativa em grupos, que se inserem em plataformas adaptativas, que reconhecem cada aluno e, ao mesmo tempo, aprendem com a interação, tudo isso utilizando as tecnologias adequadas.

Dentro de uma vasta variedade de tipos de metodologias ativas, uma das mais aplicadas é a: *Problem-based Learning* (PBL) ou Aprendizagem Baseada em Problemas, é uma metodologia ativa onde os alunos trabalham em grupos para resolver problemas relacionados com atividade profissional futura com apoio do professor e de tutores. Após receber o problema, os alunos se organizam de modo a estabelecer um caminho que leve a elucidação dele. Em encontros subsequentes o professor e os tutores interagem com os alunos e avaliam o progresso dos grupos, assim, fica a cargo do professor o esforço no sentido de gerar e proporcionar modelos e cenários de ensino capazes de conduzir o trabalho e a aprendizagem em níveis de complexidade e relevância adequados (ROCHA E LEMOS, 2014).

A *Project-based learning* ou Aprendizagem Baseada em Projetos, é outra opção de metodologia ativa muito usada, os alunos recebem um projeto a ser elaborado e são orientados pelo professor e por tutores em seu processo de aprendizagem por meio de interrogatórios que os leva a experiência de aprendizagem (MARKHAM, et al., 2008). O *Project-Led Education* (PLE) ou Educação Guiada por Projeto é um nome diferente dado à Aprendizagem baseada em Projetos, citada acima (apud HELLE, TYNJÄLÄ e OLKINUORA, 2006).

O *Discovery Learning* ou Aprendizagem por Descoberta também está no grupo das metodologias ativas mais utilizadas, é conhecida por estimular os alunos a procurar respostas e caminhos relacionados a problemas antes fornecidos (CYRINO; TORALLES-PEREIRA, 2004). Já o *Inquiry Learning* ou Aprendizagem por Inquérito, outra metodologia ativa, usa a curiosidade como a base do aprendizado (TAVARES, ALMEIDA, 2015). A metodologia ativa *Case-Based Learning* (CBL) ou Aprendizado Baseado em Casos, utiliza situações reais e específicas, que podem levar a várias conclusões. A metodologia ativa Just-in-Time Teaching (JiTT) ou Ensino Just-in-Time, é uma estratégia de ensino que usa a interação entre um aluno e atividades de estudo da internet (NOVAK *et al.*, 1999). Uma outra metodologia que funciona da mesma maneira que o JiTT é a Sala de Aula Invertida. A metodologia ativa conhecida por *Collaborative Learning* ou Aprendizagem Colaborativa, dispõe os alunos em grupos para aprender um conteúdo, e utiliza as diferenças entre eles como uma ferramenta de aprendizagem (BARROS, 1999). A dependência dos alunos desenvolverá outras competências do trabalho em grupo. (MONTEIRO et al., 2012).

São muitos tipos diferentes de metodologias ativas, todas visam elaborar atividades nas quais os alunos sejam ativos e protagonistas, ajudando-os a serem autônomos na busca de novos

saberes. Entre as diversas características dessa sociedade, pode-se destacar a presença maciça das tecnologias de informação e comunicação - TIC (GOMES, OSÓRIO, VALENTE, 2017). Esses autores citam Castells (2000) que aborda que, nessa sociedade, a tecnologia e a informação são os destaques, exigindo que o ambiente educacional se utilize dos recursos digitais e da elaboração de estratégias pedagógicas que se beneficiem desses aparatos. Mas, não basta incluir estes recursos, mas sim integrá-los a partir de metodologias de ensino e aprendizagem contextualizadas que explorem todo o seu potencial.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Propôs-se neste estudo aplicar o método ProKnow-C, Knowledge Development Process Constructivist (Ensslin, et al., 2010), da Universidade Federal de Santa Catarina. A metodologia ProKnow-C foi escolhida para esta investigação pois se mostra como uma ferramenta de grande validade para a construção de conhecimento em determinado campo de pesquisa, proporcionando um procedimento estruturado, rigoroso e que minimiza o uso de aleatoriedade e subjetividade no processo de revisão bibliográfica (AFONSO et. al, 2011). Este método é composto de quatro etapas: 1) seleção do portfólio bibliográfico que proporcionará a revisão de literatura; 2) análise bibliométrica do portfólio bibliográfico; 3) análise sistêmica do portfólio bibliográfico e; 4) elaboração do objetivo de pesquisa.

Para esta pesquisa em específico, foram desenvolvidas duas dessas etapas: 1) a seleção de um portfólio de artigos sobre o tema da pesquisa e; 2) a análise bibliométrica do portfólio. Ambas no escopo de se construir o conhecimento necessário acerca do assunto pesquisado, realizar o mapeamento das publicações sobre o tema - Metodologias Ativas no ciclo básico (Física e Matemática) e profissionalizante dos cursos de Engenharia, nos últimos cinco anos de produção científica publicadas na plataforma *Scopus* disponibilizadas pelo meio digital.

Este trabalho foi uma revisão avançada de pesquisas que apresenta o resultado de artigos com o enfoque “uso de metodologias ativas de ensino por professores que lecionam nos cursos de engenharia, publicadas nos últimos cinco anos – de 2014 à 2018 – presentes na base de dados *Plataforma Scopus*. A escolha desta plataforma se deu pela razão dela oferecer um panorama

abrangente da produção de pesquisas do mundo em várias áreas, entre elas, a educação. Também por disponibilizar ferramentas inteligentes para monitorar, analisar e visualizar as pesquisas. O *Scopus* é o maior banco de dados de resumos e citações da literatura com revisão por pares: revistas científicas, livros, processos de congressos e publicações do setor.

A seleção dos artigos na plataforma ocorreu por meio das palavras-chave: *teaching methodology in engineering* - metodologia de ensino em engenharia e, *innovative engineering teaching* – ensino de engenharia inovador. Estas foram aplicadas nos descritores: título; resumo e; palavras-chave na plataforma. A realização desta pesquisa envolveu os seguintes passos: 1 – Realização de um levantamento completo dos artigos disponíveis publicados sobre o assunto nas bases de dados plataforma Scopus. Contudo, o número total de materiais que foram inicialmente identificados foi de 616 artigos e esta pesquisa ocorreu nos meses de Junho e Julho de 2018. 2 – Definição do critério de inclusão usado para esta pesquisa. O critério de inclusão foi: *aplicação de uma nova metodologia de ensino num curso de graduação em engenharia*; já o critério de exclusão foi: *trabalhos que não tiveram aplicação de uma metodologia inovadora em sala de aula*. 3 – A seleção dos materiais escolhidos dentro da plataforma. Na base de dados *Scopus* foram selecionados somente artigos finalizados; artigos em revisão e; artigos na imprensa segundo critério de inclusão já citado. Esta seleção ocorreu no período de Setembro à Outubro de 2018 e foram selecionados 188 artigos onde, em seus resultados, expuseram dados e reflexões sobre aplicações de metodologias inovadoras em sala de aula no ensino das engenharias. Os demais artigos inicialmente identificados eram de enfoque teórico e abordagens variadas sobre metodologias ativas de ensino nos cursos de engenharias. 4 - A proposição de uma categorização estabelecida pela literatura consultada, levando em consideração os nomes das metodologias aplicadas em ensino das engenharias e; a seleção dos principais artigos com maior fator de impacto (JCR) no período analisado. Para apresentação desta categorização, os 188 artigos foram analisados sistematicamente e cada categoria foi apresentada abaixo por meio de gráficos e análise individualizada.

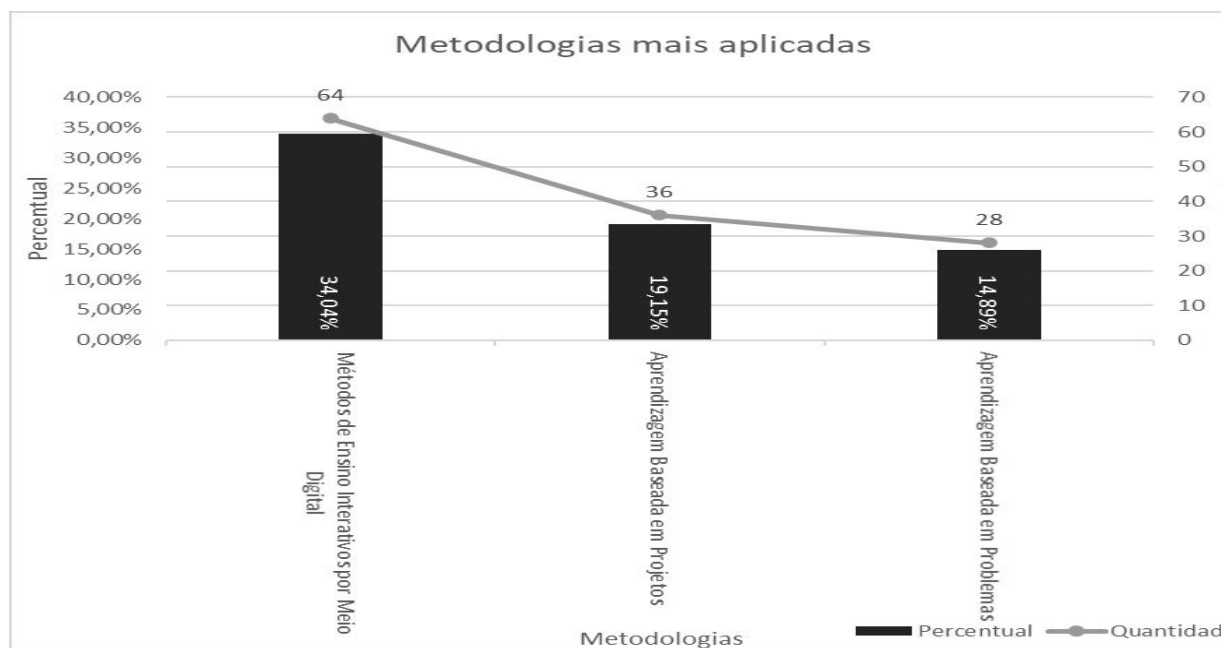
Quanto aos resultados, tratou-se de uma pesquisa aplicada com procedimentos técnicos de pesquisa bibliográfica (Richardson, 1999), que possibilitou direcionar o estudo para os artigos e periódicos considerados relevantes com análises de publicações revisadas e indexadas, no período de 2013 à 2018, nas bases de dados disponibilizadas pela plataforma Scopus. Esta pesquisa teve um caráter interdisciplinar por envolver áreas como ensino e engenharia.

## ANÁLISE DOS DADOS E RESULTADOS

A fim de trazer à luz todas as inovações metodológicas registradas nesse período por professores pesquisadores de cursos de engenharia, foi apresentado abaixo os resultados da análise que tiveram como base os 188 artigos que, categorizados e analisados sistematicamente, são apresentados por meio de gráficos e análise individualizada a partir da seguinte organização: i - nomes das metodologias aplicadas no ensino das engenharias; ii – seleção dos principais artigos de maior impacto (JCR).

### Categoria i – Metodologias ativas aplicadas, extraídas dos artigos analisados

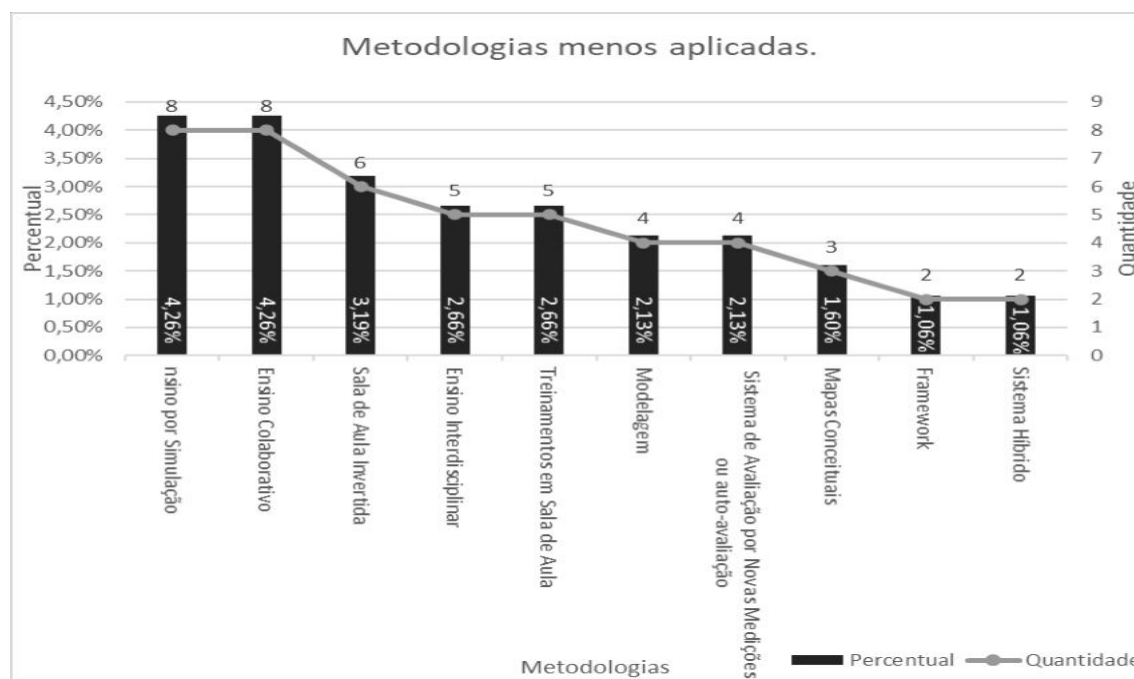
Figura 1.1 – Gráfico que apresenta as metodologias ativas mais aplicadas no ensino das engenharias, extraídas dos 188 artigos válidos analisados no período de 2014 à 2018.



Fonte: Os autores.

Do total dos artigos analisados, no volume de 64 (sessenta e quatro) artigos, identificou-se o uso de *Métodos de Ensino Interativos por Meio Digital*, representando 34,04% dos artigos fazendo uso desses métodos de ensino, vários deles fizeram uso de *plataformas digitais, laboratórios virtuais, ensino à distância, uso de aplicativos móveis, framework digitais*. O que configurou este volumoso número de artigos, todos com aplicação de tecnologias móveis e/ou métodos de aprendizagem interativa assistida por computador com a aplicação ativa do aluno no processo de ensino/aprendizagem promovendo a autonomia do aluno. Já o total de 36 (trinta e seis) artigos, ou seja, 19,15% do total dos artigos analisados, apresentaram o uso da metodologia *Aprendizagem Baseada em Projetos*. E, 28 (vinte e oito) deles – 14,89%, a metodologia *Aprendizagem Baseada em Problemas*.

Figura 1.2 – Gráfico que apresenta as metodologias ativas menos aplicadas no ensino das engenharias, extraídas dos 188 artigos válidos analisados no período de 2014 à 2018.



Fonte: Os autores.

O *Ensino por Simulação* foi encontrado em 08 (oito) artigos, correspondendo a 4,26% do

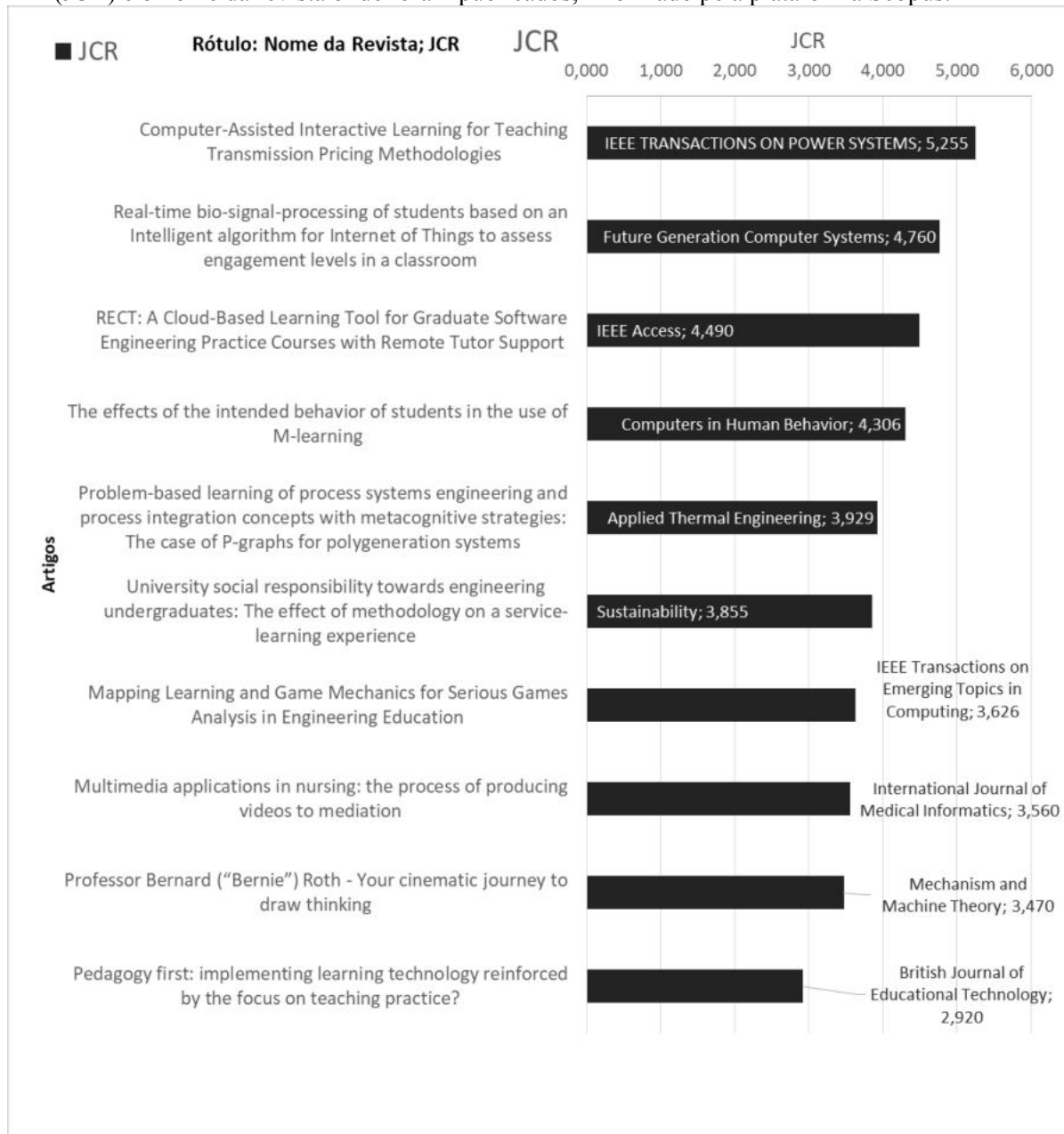


total; assim também, o *Ensino Colaborativo*, com 4,26% dos artigos analisados por ter sido evidenciado em 08 (oito) artigos. A metodologia *Sala de Aula Invertida* foi identificada em 06 (seis) dos artigos analisados, em 3,19% dos artigos. O uso do *Ensino Interdisciplinar* e o uso de *Treinamentos* em sala de aula foram identificados em 05 (cinco) artigos cada metodologia, o que corresponde apenas por 2,66% cada uma das metodologias aplicadas nos artigos analisados e, a metodologia *Modelagem* em 04 (quatro) artigos, 2,13% deles, assim como, constatou-se também, 04 (quatro) artigos que tiveram ênfase na aplicação de um *Sistema de Avaliação por Novas Medições* ou auto-avaliação, 2,13% do total. Já, o uso do método *Mapas Conceituais* foi aplicado em 03 (três) artigos, em 1,60% do total dos artigos analisados. Uso dos métodos por *Framework e Sistema Híbrido* de Ensino foram identificados em 04 (quatro) artigos, 02 (dois) artigos com o uso do *Framework* e, os 02 (dois) últimos pelo *Sistema Híbrido*, 1,06% cada uma das metodologias.

Por fim, 13 (treze) dos artigos analisados, 6,91% do total, não foram apresentados nos gráficos acima por terem utilizado, cada um deles, metodologias diversas, na maioria das vezes, associando o método tradicional de ensino e outras metodologias de ensino com atuação direta do aluno no processo de aquisição do conhecimento. Tituladas por: método de estudo de casos; ensino baseado em evidências; otimização do projeto usando um ensino aprimorado; aprendizado ativo na refatoração do curso CSO; ensino inovador em graduação STEM; quadro de avaliação de desempenho para medição; método inovador de análise de regressão; aprendizagem por desenvolvimento de habilidades; aprendizagem baseada em jogos; sessão de aprendizado ativo baseada na estrutura de engenharia didática para mudança conceitual; ensino por exemplos e aprendizado por fazer - um estudo quase-experimental; educação prática orientada para o cultivo de engenheiros; uso de um conjunto de atividades integradas em um processo de aprendizado ativo.

### **Categoria ii – Artigos de maior fator de impacto (JCR - Journal Citation Reports)**

Figura 2 – Gráfico que apresenta de forma decrescente, os 10 primeiros artigos com o maior fator de impacto (JCR) e o nome da revista onde foram publicados, informado pela plataforma Scopus.



Fonte: Os autores.

Conforme figura acima, verifica-se os artigos de maior fator de impacto associando-os aos locais de sua publicação. O artigo identificado na pesquisa, que possui o maior fator de impacto (JCR: 5,255), é o: *Computer-Assisted Interactive Learning for Teaching Transmission Pricing*

*Methodologies*, publicado na revista: *IEEE transactions on power systems*. O segundo artigo de maior fator de impacto ( JCR: 4,760) é titulado: *Real-time bio-signal-processing of students based on an Intelligent algorithm for Internet of Things to assess engagement levels in a classroom*, publicado pela revista: *Future Generation Computer Systems*. O terceiro artigo de maior fator de impacto (JCR: 4,490), *RECT: A Cloud-Based Learning Tool for Graduate Software Engineering Practice Courses with Remote Tutor Support*, foi publicado na revista: *IEEE Access*. Em quarta posição, com o JCR: 4,306, ficou o artigo: *The effects of the intended behavior of students in the use of M-learning*, publicado na revista: *Computers in Human Behavior*. Na quinta posição, o artigo: *Problem-based learning of process systems engineering and process integration concepts with metacognitive strategies: The case of P-graphs for polygeneration systems*, com JCR: 3,929, revista: *Applied Thermal Engineering*.

O sexto artigo de maior fator de impacto foi o: *University social responsibility towards engineering undergraduates: The effect of methodology on a service-learning experience*, com JCR: 3,855, publicado na revista: *Sustainability*. Em sétimo lugar o artigo: *Mapping Learning and Game Mechanics for Serious Games Analysis in Engineering Education*, com JCR: 3,626 e publicado na: *IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing*. Em oitavo, JCR: 3,560, o artigo: *Multimedia applications in nursing: the process of producing videos to mediation*, que está na revista: *International Journal of Medical Informatics*. Nono, o artigo: *Professor Bernard ("Bernie") Roth - Your cinematic journey to draw thinking*, JCR: 3,470 e publicado em: *Mechanism and Machine Theory* e; Décimo, o artigo: *Pedagogy first: implementing learning technology reinforced by the focus on teaching practice?* com JCR: 2,920, publicado em: *British Journal of Educational Technology*.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto a sua relevância acadêmica a presente pesquisa buscou ajudar o professor, academicamente, a acessar os variados tipos de metodologias ativas que tem sido mais aplicadas na rotina de sala de aula nos cursos de formação nas áreas de engenharias, fornecendo uma base inicial para que o professor possa se identificar e buscar pelo método que melhor se adapte à sua disciplina e alunos. Em resposta às demandas de professores que lecionam nos cursos de engenharia registrou-

se, a partir dos materiais estudados nesta pesquisa, o uso de várias metodologias inovadoras que estão sendo aplicadas no ensino das engenharias, com destaque, às Metodologias de Ensino Interativas por meio Digital, registradas em 34,04% dos artigos analisados. São metodologias interativas assistidas por computador que se utilizam de plataformas digitais e/ou virtuais, laboratórios de informática e aplicativos móveis. Na teoria estudada e apresentada neste artigo, constatou-se pela descrição dos autores Gomes; Osório; Valente (2017), que a tecnologia e a informação são destaques nessa sociedade, e que, os recursos digitais têm sido utilizados abundantemente no ambiente educacional. Essa pesquisa apresentou resultado coerente com o que ditam esses autores.

Já uma metodologia inovadora identificada nos artigos analisados e usada destacadamente foi a metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Projetos (19,15% registradas nos artigos) e; na sequência, a metodologia ativa Aprendizagem Baseada em Problemas (em 14,89% dos artigos). Ambas metodologias ativas convergem na contribuição ao professor, pela busca em desenvolver nos alunos várias competências e habilidades que são próprias da sociedade atual, sujeitos ativos, com alta capacidade de decisão, autônomos, reflexivos e críticos.

Esta pesquisa também teve como propósito apresentar a relevância social do conhecimento pesquisado sobre o assunto. Neste sentido, é possível destacar que, a relevância social desta pesquisa foi de contribuir para a reflexão dos professores que lecionam nos cursos de engenharias, seja no ciclo básico (Física e Matemática), seja no ciclo profissionalizante. É comum encontrar professores engenheiros no ciclo profissionalizante com pouco, quando nenhuma, formação pedagógica atuando no ensino das engenharias. Também, professores que fizeram licenciatura atuando no ciclo básico (Física e Matemática), utilizando-se de pouca flexibilidade na escolha de seus métodos de ensino. Para ambos, atualizações e mudanças em sua ação docente são de extrema relevância para a adaptação a um público pertencente a uma geração diferente daquela a qual este professor é parte. Segundo Saviani (2013), novos tempos exigem novas práticas que levam a superação e a construção consciente de práticas pedagógicas coerentes com a realidade.

Por fim, apresentar o título dos artigos com o maior JCR tem um papel significativo quanto à relevância acadêmica deste trabalho, pelo fato de proporcionar ao professor, acesso direto aos materiais científicos destacados pela qualidade de seus conteúdos. Todos estes dados foram colocados à disposição do professor como referências balizadoras para o aprimoramento de sua

prática e para novos estudos na área.

## REFERÊNCIAS

ABREU, Maria C. & MASETTO, M. T. **O professor universitário em aula**. São Paulo: MG Editores Associados, 1990.

AFONSO, M.; SOUZA, J.; ENSSLIN, L; ROLIM, S. Como construir conhecimento sobre o tema de Pesquisa? Aplicação do Processo Proknow-C na busca de Literatura sobre Avaliação do desenvolvimento sustentável. **Revista de Gestão Social e Ambiental**. v. 5, n. 2, 2011. DOI: doi.org/10.24857/rgsa.v5i2.424

ALVES, W. F. A formação de professores e as teorias do saber docente: contextos, dúvidas e desafios. **Educ. Pesqui.** vol. 33 no. 2 São Paulo May/Aug. 2007. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1517-97022007000200006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022007000200006). Acesso em: 18 dez 2018.

ARAUJO, J. C. S. **Fundamento da metodologia de ensino ativa (1890-1931)**. In: reunião nacional da ANPED, 37<sup>a</sup>. Florianópolis, Artigo. 1 – 6. 2015

ARAUJO, J. C. S. **Do quadro negro à lousa virtual: técnicas, tecnologia e tecnicismo**. Campinas: Papyrus, 2015.

ALMEIDA, E. B. Educação e tecnologias no Brasil e em Portugal em três momentos de sua história. **Educação, Formação & Tecnologias**, vol. 1 (1), Maio 2008. Disponível em: [http://www.pucrs.br/ciencias/viali/tic\\_literatura/artigos/historia/11.pdf](http://www.pucrs.br/ciencias/viali/tic_literatura/artigos/historia/11.pdf). Acesso em: 20 dez. 2018

ALTOÉ, A. BALADELI, A. P. D. BARROS, M. S. Desafios para o professor na sociedade da informação. **Educ. Rev.** no. 45 Curitiba July/Sept. 2012. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-40602012000300011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602012000300011). Acesso em: 21 dez 2018.

BARRETT, T., PIZZICO, M., LEVY, B., NAGEL, R., LINSEY, J., GRAU, K., FOREST, C., NEWSTETTER, W. **A Review of University Maker Spaces**. 122nd American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, Seattle, Washington. USA, 2015.

BARROS, L. **Suporte a Ambientes Distribuídos de Aprendizagem Cooperativa**. Tese de Doutorado. COOPE/Sistemas/UFRJ, 1999. Outubro. Disponível: <https://www.cos.ufrj.br/uploadfile/1339608927.pdf>. Acesso em: 20 nov 2018.

BRASIL, Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior.

Resolução Nº 2, de 24 de abril de 2019. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. DOU nº 80, 26.04.2019, Seção 1, p. 43, 2019.

CAMARGO FILHO, P. S.; SILVA, M. B.; LABURÚ, C.E. **Criatividade e inovação em makerspaces**. In: Vanderli Fava de Oliveira. (Org.). A Engenharia e as Novas DCNs - Oportunidades para Formar Mais e Melhores Engenheiros. 1ed.São Paulo: LTC, 2019, v. 1, p. 100-113.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**. v. 32, n. 1. 2011.

CASTELLS, M. **A era da informação: economia, sociedade e cultura**. In: A Sociedade em rede. São Paulo : Paz e Terra, 2000. v. 1. Acesso em: 21 dez 2020.

CASADO, Y.; LLAMAS SALGUERO, F.; LÓPEZ-FERNÁNDEZ, V. Multiple Intelligences, Creativity, and Lateral Dominance, **New Challenges in Teaching Methodologies Focused on Educational Innovation**. 2015. Disponível em: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsbas&AN=edsbas.13AB1AC6&lang=pt-br&site=eds-live&scope=site>. Acesso em: 8 set. 2020.

CYRINO, E. G.; TORALLES-PEREIRA, M. L. Trabalhando com estratégias de ensino-aprendizado por descoberta na área da saúde: a problematização e a aprendizagem baseada em problemas. **Cad. Saúde Pública** vol.20 no.3 Rio de Janeiro May/June 2004. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X2004000300015](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2004000300015). Acesso em: 20 nov 2018.

CRAWLEY, Edward F. et al. **Rethinking Engineering Education: The Cdio Approach**. [S.l.]: Springer, 311 p. 2014.

DAVOK, D. F.; BERNARD, R. P. **Avaliação dos índices de evasão nos cursos de graduação da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC**. São Paulo, v. 21, n. 2, p. 503-521, jul. 2016.

DURHAM, E. O ensino superior no Brasil: público e privado. São Paulo: USP, 2003. (Documento de Trabalho, n. 3/03). Disponível em: <http://goo.gl/CJOMvi> Acesso em: 28 dez 2018

ENSSLIN, L., & ENSSLIN, S. R. **Orientações para elaboração dos artigos científicos do LabMCDA-C** [Apostila da disciplina Avaliação de Desempenho do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina]. Florianópolis. UFSC. 2007.

FERREIRA, J. A.; ALMEIDA, L. S.; SOARES, A. P. C. Adaptação acadêmica em estudante do 1º

ano: diferenças de gênero, situação de estudante e curso. Braga, v. 6, n. 1, p. 01-10, jan./jun. 2001.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013.

GOMES, M. J. et al. Evasão Acadêmica no Ensino Superior: Estudo na Área da Saúde. **Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde**, Espírito Santo, Número do Volume, Número do Fascículo, p. 06-13, jan. 2010.

GOMES, M. J.; OSÓRIO, A. J.; VALENTE, A. L., **Challenges 2017: Aprender nas Nuvens, Learning in the Clouds**. (Atas da X Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação – Challenges 2017, realizada em Braga de 8 a 10 de maio de 2017). Universidade do Minho. Centro de Competência Campus de Gualtar 4710-057 Braga, Portugal 2.<sup>a</sup> edição Março, 2018. Disponível em: [file:///C:/Users/Andrea/Desktop/Projeto%20de%20Pesquisa%201/Projeto%20pesquisa%202018/Atas\\_Challenges17\\_retificadas.pdf](file:///C:/Users/Andrea/Desktop/Projeto%20de%20Pesquisa%201/Projeto%20pesquisa%202018/Atas_Challenges17_retificadas.pdf). Acesso em: 28. dez. 2018.

HARVARD UNIVERSITY (Estados Unidos). **The Harvard Innovation Lab**. Disponível em: <https://innovationlabs.harvard.edu/>. Acesso em: 10 jan. 2019.

MASETTO, M. T. Competência pedagógica do professor universitário. São Paulo: Summus, 2003. **Conjectura\_v16\_n3\_set\_dez\_2011**. Disponível em: <file:///C:/Users/Andrea/Desktop/Projeto%20de%20Pesquisa%201/Projeto%20pesquisa%202018/1267-4485-1-PB.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2018.

MARKHAM, T; LARMER, J; RAVITZ, J. (organizadores). **Aprendizagem baseada em projetos: guia para professores de ensino fundamental e médio**. Porto Alegre: Artmed. 2008.

MERCADO, L. P. L. **Formação docente e novas tecnologias**. IV Congresso RIBIE, Brasília. Luís Paulo Leopoldo Mercado Universidade Federal de Alagoas - Brasil [lpm@fapeal.br](mailto:lpm@fapeal.br). 1998. Disponível em: [http://www.ufrgs.br/niee/eventos/RIBIE/1998/pdf/com\\_pos\\_dem/210M.pdf](http://www.ufrgs.br/niee/eventos/RIBIE/1998/pdf/com_pos_dem/210M.pdf). Acesso em: 18 nov 2018.

MOLISANI, A. L.. Evolução do perfil didático-pedagógico do professor-engenheiro. **Educ. Pesqui.** [online]. 2016, vol.43, n.2, pp.467-482. Acesso em: 12 dez. 2020.

MONTEIRO, S. B. S. et al. **Metodologias e práticas de ensino aplicadas ao curso de engenharia de produção: análise da percepção de alunos de projetos de sistemas de produção da Universidade de Brasília**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 40°, Belém. Artigo. ABENGE, 2 – 6. 2012.

MONSÃO, I. C. **Uma nova metodologia de ensino de engenharia elétrica usando um laboratório paradidático**. 2014. 169 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas,

Campinas, 2014. Disponível em: [http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/260878/1/Monsao\\_IvanCardoso\\_D.pdf](http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/260878/1/Monsao_IvanCardoso_D.pdf). Acesso em: 09 jan. 2019.

MÓRAN, J. **Mudando a educação com metodologias ativas**. Coleção Mídias Contemporâneas. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. Ponta Grossa, volume 2, páginas 3 - 7, 2015.

MONTEIRO, A. et al. (Coord.). **Blended learning em contexto educativo: perspectivas teóricas e práticas de investigação**. Santo Tirso: De Facto Editores, 2012.

NOVAK, G.; PATTERSON, E.; GAVRIN, A. & CHRISTIAN, W. **Just-in-time teaching: Blending active learning with web technology**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999.

PAIVA, M. R. F. PARENTE, J. R. F. BRANDÃO, I. R. QUEIROZ, A. H. B. **Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa**. SANARE, Sobral - V.15 n.02, p.145-153, Jun./Dez. - 2016 - 145. Disponível em: <https://sanare.emnuvens.com.br/sanare/article/view/1049/595>. Acesso em: 18 nov 2018.

PINTO, A. S. S.; BUENO, M. R. P.; SILVA, M. A. F. A.; SELLMAN, M. Z. & KOEHLER, S. M. F. **Inovação Didática - Projeto de Reflexão e Aplicação de Metodologias Ativas de Aprendizagem no Ensino Superior: uma experiência com “peer instruction”**. Janus, Lorena, ano 6, n. 15, 2012.

PUNHAGUI, K. et al. **Novas ferramentas para o ensino em engenharia: discussão sobre o método de ensino active learning**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 39º, 2011, Blumenau. Artigo. Local: ABENGE, 4. 2011.

ROCHA, H.M. LEMOS, W. M. **Metodologias Ativas do que estamos falando?** Base Conceitual e Relato de Pesquisa em Andamento. I Simpósio Pedagógico e Pesquisas em Comunicação. Disponível em: <http://www.aedb.br/wp-content/uploads/2015/05/41321569>. Acesso em 03 nov 2018.

SILVEIRA, A. M. **Governança Corporativa e Estrutura de Propriedade: Determinantes e Relações com o Desempenho das Empresas no Brasil**. 2004. 254 f. Tese (Doutor em Administração) - Curso de Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, Departamento de Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

STEPHANI, A. **O ensino aprendizagem face às alternativas epistemológicas**. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020. ISBN 978-85-7247-954-7. DOI 10.22533/at.ed.547202301

TAVARES, R. ALMEIDA, P. Metodologia Inquiry Based Science Education no 1.º e 2.º CEB com



recurso a dispositivos móveis – uma revisão crítica de casos práticos. **Educação, Formação & Tecnologias** (janeiro-junho, 2015), 8 (1),28-41 Submetido: março, 2015. Disponível em: [file:///C:/Users/Andrea/Desktop/Projeto%20de%20Pesquisa%201/Projeto%20pesquisa%202018/Diagnet-MetodologiaInquiryBasedScienceEducationNo1E2CEBCom-5262107%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Andrea/Desktop/Projeto%20de%20Pesquisa%201/Projeto%20pesquisa%202018/Diagnet-MetodologiaInquiryBasedScienceEducationNo1E2CEBCom-5262107%20(1).pdf). Acesso em: 20 nov 2018.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis: Vozes, 2002.

VEIGA, I. P. A. (org.). **Projeto político- pedagógico da escola: uma construção possível**. 22. ed. Campinas, SP: Papirus, 2006.

---

## APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS E SERIOUS GAMES – UMA MULTIPLICIDADE DE FENÔMENOS EDUCACIONAIS NO VERBO JOGAR

**Guilherme da Silva Palha**

Graduação em Química pela Universidade Estadual do Norte do Paraná/UENP.

E-mail: guilherme.spalha@hotmail.com

**Paulo Sergio de Camargo Filho**

Doutor em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina/UEL. Professor no Departamento de Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTFPR.

E-mail: paulocamargo@utfpr.edu.br

**Carlos Eduardo Laburú**

Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo/USP. Professor do Departamento de Física da Universidade Estadual de Londrina/UEL.

E-mail: laburu@uel.br

**Resumo:** O presente artigo visa contribuir com as discussões existentes acerca da adoção de novas formas de ensinar e aprender, como exemplo, a utilização de metodologias ativas, que estão timidamente ganhando espaço entre os educadores e sendo difundidas nas escolas. Unindo paralelos entre diferentes visões em diferentes épocas, podemos estudar os jogos e seu caráter educacional, analisando as ambiguidades presentes no discurso social em relação a sua definição e classificação. Por uma ótica atual os jogos são entendidos como: *Serious Games* e entretenimento, sendo necessário enfatizar que os dois termos não são antagônicos. O desenvolvedor deve conhecer os requisitos necessários para a criação de um jogo com finalidade educacional, sempre respeitando as características essenciais dos *Serious Games*. Dessa forma pode-se reivindicar a imagem séria dos jogos na educação, por meio de uma criteriosa análise relacionada a todas as expectativas contempladas e das manifestações emocionais presentes na utilização da aprendizagem baseada em jogos.

Palavras-chave: Metodologias Ativas, Aprendizagem Baseada em Jogos, *Serious Games*.

**Abstract:** This article aims to contribute to the existing discussions about the adoption of new ways of teaching and learning, as an example, the use of active methodologies, which are timidly gaining space among educators and being disseminated in schools. Uniting parallels between different views at different times, we can study the games and their educational character, analyzing the ambiguities present in the social discourse in relation to their definition and classification. From a current perspective, games are understood as: *Serious Games* and entertainment, and it is necessary to emphasize that the two terms are not

antagonistic. The developer must know the necessary requirements for the creation of a game for educational purposes, always respecting the essential characteristics of Serious Games. In this way, it is possible to claim the serious image of games in education, through a careful analysis related to all the contemplated expectations and the emotional manifestations present in the use of game-based learning.

**Keywords:** Active Methodologies, Game Based Learning, Game Based Learning, Serious Games.

## INTRODUÇÃO

Uma prática comum em todas as culturas, é o jogo, mas realmente sabemos o que é um jogo? Para Kishimoto (1999) jogos são fatos sociais possuidores de imagem e sentido, sendo caracterizada como ação educativa, espontânea, natural, prazerosa e livre. No entanto, as concepções cotidianas - construções sociais do indivíduo, podem mascarar a complexidade envolvida na proposta educativa centrada na ação de jogar.

O uso de jogos nos círculos educacionais remonta os tempos do Renascimento, mas foi no final do século passado que seu papel se tornou popular (RICE, 2007). Naquela época houve um aumento nos diferentes tipos de jogos educacionais, especialmente aqueles projetados para os alunos mais jovens. Muitos desses jogos não eram baseados em computador, mas assumiram o modelo de outros sistemas de jogos tradicionais, tanto no console quanto nos formatos portáteis. Na década de 2000, os jogos educacionais tiveram uma expansão no desenvolvimento sustentável com títulos como “Learning Sustainable Development” em 2000 e “Climate Challenge” em 2006 (KATSALIAKI e MUSTAFEE, 2012).

Há um certo tempo pesquisadores apontam a necessidade de repensar a forma de ensinar e, conseqüentemente, a de aprender. O currículo de ciências quase não mudou, por outro lado a sociedade a qual é direcionado esse ensino, muda constantemente (POZO e CRESPO, 2009). Os alunos não aprendem e tendem a repelir todo o conhecimento imposto a eles, o que Chen e Michael (2006) definem como “ignorar agressivamente”. Uma possibilidade para mudar esse cenário é a utilização de metodologias que colocam o aluno no

controle de suas próprias ações. A Aprendizagem baseada em jogos é uma metodologia ativa que incorpora características de jogos para promover educação em diferentes contextos, sendo um aliado eficiente no processo de ensino e aprendizagem.

Nas próximas seções pretendemos delinear um estudo de cunho bibliográfico, com a proposta de construir uma ponte entre a filosofia, história e sociologia dos jogos, analisando esta metodologia desde a concepção do termo até a sua utilização no âmbito educacional. Para isso recorreremos à referenciais teóricos publicados sobre o tema nas últimas décadas, analisando e discutindo suas contribuições científicas (BOCCATO, 2006).

Na primeira seção, discutimos a respeito da reprodução do ego como método, com o objetivo de iniciarmos uma análise da forma como o processo de ensino e aprendizagem vem sendo conduzido e como ele pode ser melhorado por meio da adoção de metodologias centradas no aluno. Na segunda seção, exploramos a definição do termo jogo, sua etimologia e a forma como percebemos essa atividade em nossa sociedade. Na última seção buscamos entender como os jogos são e podem ser apresentados no contexto escolar.

## A REPRODUÇÃO DO EGO COMO MÉTODO

No Brasil o método de ensino mais utilizado é o tradicional ou metodologia passiva, onde o professor coloca-se a frente de todas as decisões e caminhos da aprendizagem, sendo protagonista e muitas vezes ator solo de todo o processo de ensino e aprendizagem. De forma semelhante ao método Espartano, a escola tradicional trabalha ensinando prioritariamente regras, sejam elas, matemáticas, gramaticais, sociais e etc. Para efetivar esse conjunto de regras, utilizam a repetição, com o objetivo de forçar o aluno a lembrar o conteúdo de forma mecânica. Para quantificar o seu método padronizam os alunos de forma linear por meio de testes, esperando que todos resolvam as coisas da mesma maneira e especialmente a sua maneira.

Analisando esse contexto, professores e alunos enfrentam um processo frustrante, descrito por Schwartz (2000) como desconforto intelectual, onde ambos percebem que o conhecimento sistematizado é defasado em relação ao experienciado. Dessa forma os alunos

possuem dificuldades em resolver problemas, elaborar estratégias e formular conceitos, características do trabalho científico. De acordo com Pozo e Crespo (2009) a perda do conhecimento científico limita a utilidade e aplicabilidade de determinado assunto, assim como reduz drasticamente a relevância e o interesse por parte do aluno.

Para dissolvermos esse gesso educacional, é necessário a adoção de diferentes métodos e novas metas, com objetivo de criar uma cultura educacional melhor, caminhando em direção ao construtivismo.

## **METODOLOGIAS ATIVAS**

A manutenção da existência humana está diretamente relacionada a capacidade de aprender, conforme aponta Rodrigues (2001) a educação é um processo contínuo de formação humana, orientando o indivíduo a uma prática responsável em relação ao meio inserido, respeitando a individualidade do outro.

Repensar as metodologias utilizadas é necessário, de tal forma que contemple as demandas educacionais dos alunos do século XXI. De acordo com (VALENTE et. al, 2017) devemos integrar a educação as práticas sociais inerentes a cultura, que estão cada vez mais participativas e criativas.

Podemos entender como metodologias ativas, estratégias pedagógicas que tornam o aprendiz sujeito consciente de seu processo de aprendizagem. Para Lorenzato (2012) conseguimos aprender melhor quando possuímos materiais que possam ser manipulados de alguma forma. Um panorama histórico feito por Lorenzato (2012, p. 3-4) apresenta ideias de metodologias ativas em suas respectivas épocas:

- ✓ Comenius, nos anos de 1650, defendia que o ensino deve dar-se do concreto ao abstrato.
- ✓ Locke, em 1680, defendia a necessidade da experiencia sensível para conhecer.
- ✓ Rousseau, nos anos de 1750, recomendava a experiencia direta sobre os objetos.
- ✓ Pestalozzi e Froebel, em 1800, defendiam que o ensino deveria começar pelo concreto.

- ✓ Dewey, no início do século XX, enfatiza a importância da experiência direta para o aprender, confirmando o pensamento de Comenius.

A utilização das metodologias ativas permite ao educador adentrar a “zona de incultura” que segundo Schwartz (2001) é definido como espaço de recriação dos valores, saberes e histórias, por parte do professor.

Para o presente estudo, utilizaremos o Game based Learning como metodologia ativa. A aprendizagem baseada em jogos consiste no processo de design de atividades voltadas exclusivamente para o ensino com a utilização de todos os princípios dos jogos, sendo assim vai além da concepção de utilização aleatória de jogos como atividades lúdicas que preenchem lacunas de horário. Para Huizinga (1950) os jogos são a base de todas as culturas, sendo atividades que muitas vezes precedem a rigidez do sistema cultural, por serem atividades de caráter livre, de expressão da individualidade e formador de valores. Entende-se como Game ou Jogo um sistema no qual participantes se engajam em um desafio, definido por regras e local, interatividade e *Feedback* que gera um resultado quantificável, elicitando uma reação emocional.

## AFINAL, O QUE É O JOGO?

Na segunda metade do século XX, Huizinga (1950) nos traz em sua obra *Homo Ludens* – traduzido como “homem que joga”, um melhor entendimento a respeito da presença dos jogos em todas as sociedades. Em sua concepção os jogos são representações dramáticas, onde o sujeito assume um papel realístico, ele encara o problema, formula estratégias, toma decisões e presencia a consequência de sua decisão, sem o peso do erro e da realidade. A seguir temos as características fundamentais de um jogo:

- Deve ser voluntário
- Deve ser desvinculado da realidade
- Deve ser imersivo
- Deve ser limitado em tempo e local
- Deve possuir regras

- Pode possuir interação social
- Podem ser cooperativos, competitivos ou ambos

De acordo com Huizinga (1950) todo jogo deve ser uma atividade voluntária, tendo em vista que se for sujeita a ordens, não será mais do que uma imitação forçada. Diante da presença da liberdade a ação segue seu curso natural.

Diretamente ligada com a característica anterior, temos o faz de conta, Huizinga (1950) diz que não pode ser vida “corrente” ou vida “real”, nesse momento justifica-se o termo realístico citado anteriormente. Sendo essa desvinculação da realidade uma esfera temporária de atividade com orientação própria.

Imersão é a capacidade de absorver por completo o praticante. Ocorrendo uma sobreposição do realístico em relação ao real (Huizinga, 1950). Essa sobreposição ocorre no sentido contrário, onde a superioridade da imagem real reduz a imagem realística.

O jogo possui um início e em algum momento ele acaba, sendo assim, seu tempo é finito, distinguindo-se em quantidade frente a realidade. Para Huizinga (1950, p.11) mesmo depois de o jogo ter chegado ao fim, ele permanece como uma criação nova do espírito, um tesouro a ser conservado pela memória. É transmitido e toma-se tradição. Um aspecto fundamental é que pode ser reproduzido novamente, sempre que o espírito o evocar.

Em relação ao espaço, a diferença possui maior contraste, observando que todo jogo ocorre no interior de um determinado espaço, podendo ser, tabuleiro, arena, mesa, círculo, carta e etc., caracterizando-se como terreno de jogo, sendo eles privativos e até certo ponto “sagrados” onde as regras são legítimas. Para (ibid., p.11) todos eles são mundos temporários dentro do mundo habitual, dedicados à prática de uma atividade especial.

Dentro da estrutura do jogo existe um sistema organizado de posturas e ações, que possui caráter absoluto. Existe uma ordem dentro desse contexto e essa ordem te guiará por um determinado tempo. Introduz na confusão da vida e na imperfeição do mundo, uma perfeição temporária e limitada, a menor das desobediências prejudica o seu caráter e valor (ibid., p.11).

Jogadores formam comunidades, que tendem a serem permanentes. Mesmo com o término do jogo, os participantes criam laços que vão além de cartas e tabuleiros. Huizinga (1950) diz que é muito difícil dissociar agrupamentos sociais permanentes.

Em um sistema competitivo, jogadores buscam superar uns aos outros no placar, almejando uma recompensa. Já em um sistema cooperativo, os jogadores devem coordenar suas ações para o cumprimento de um objetivo.

## CONCEPÇÃO SOCIAL DO TERMO JOGO

A definição de jogo muitas vezes pertence a um senso comum, tendo seu verdadeiro objetivo obscurecido pela ignorância de outrora, (KISHIMOTO, 1999) traz a luz que durante a Idade Média, o jogo foi considerado “não-sério” por conta dos jogos de azar, que eram bastante comuns na época. O jogo também foi associado a imagem infantil, de forma equivocada acredita-se que o jogo é uma atividade de pouco esforço aliada a uma falsa crença de que a criança possui pouca, ou quase nenhuma, capacidade cognitiva. A definição de jogo pode variar de acordo com a visão do observador, tal imagem é carregada de valores e significados presentes no processo de formação social e cultural do indivíduo.

Para o presente estudo, faz-se necessário explicitar a diferença entre jogo e brincadeira. Ambos possuem um contexto realístico que elicitam reações emocionais, no entanto Huizinga (1950) traz como diferenças primordiais: limitação no espaço, limitação no tempo e ser constituído de regras, características ausentes na brincadeira.

O jogo possui relação direta entre o ato lúdico e a liberdade, sendo assim, o riso e o cômico quase sempre estão presentes, o que sob uma ótica equivocada pode ser colocada em contraponto ao trabalho, visto como atividade séria. Caillois (1958) nos fornece dois apontamentos referentes aos jogos, liberdade de ação do jogador e o caráter improdutivo de não produzir bens e riquezas em suas regras.

## GAMEFICAÇÃO, APRENDIZAGEM BASEADA EM JOGOS – CONCEITUANDO OS TERMOS

Embora sejam frequentemente confundidos, os termos trazem diferenças entre si. Gameficação é o processo de aplicação de alguns aspectos dos jogos em atividades, com o



objetivo de motivar os participantes a realizar determinada proposta. A aprendizagem baseada em jogos, consiste no processo de elaboração de uma atividade educacional com todos os princípios de um jogo e posteriormente a aplicação desse produto com a intenção de obter um aprendizado. A seguir temos uma representação dessa relação.



É importante salientar que os termos não são conflitantes. No esquema acima temos que a Gameficação pode ser compreendida como uma atividade parcial da Aprendizagem baseada em jogos, podendo ser melhor definida como Semi-jogo, tendo em vista que o objetivo de ambos é o aprendizado, diferindo-se em aspectos contemplados, não em proposta.

Instituições sociais como empresas e igrejas estão adotando a Gameficação como modelos de engajamentos, para desenvolver habilidades, tornar indivíduos mais criativos e alterar comportamentos. Grandes corporações, estão adotando a Gameficação para motivar seus funcionários, temos como exemplo a Microsoft e Google, igrejas criam jogos cooperativos com o objetivo de manter seus seguidores felizes e promoverem bem-estar social por meio de atividades ativas. Nos dois casos podemos utilizar a definição de Burke (2015) que nos diz que Gamificar é conduzir a pessoa por caminhos que ela desconhece. Sendo assim, a escola como instituição social não pode ser alheia a esse processo de descoberta.

É importante compreendermos que não é possível transformar objetivos em jogos sem uma análise prévia, ou seja, para que seja efetivo em sua essência, deve apresentar vantagens intrínsecas em relação a atividade proposta. Burke (2015) ironiza dizendo que não devemos “chocolatificar” qualquer alimento, com objetivo de torna-lo comestível, sendo assim, o professor não deve levar os jogos para a sala de aula com o objetivo de preencher lacunas de horário, facilitar o aprendizado ou torná-lo mais atraente, isso causará uma confusão nos alunos que passarão a entender os jogos somente como entretenimento e ignorar os verdadeiros objetivos da proposta.

### **SERIOUS GAMES – JOGOS COM PROPÓSITO**

Existem dois conceitos de jogo, entretenimento e *Serious Game*. O primeiro corresponde a um contexto de escolhas que levam a consequências sem objetivos concretos, tendo como intuito somente prender a atenção do jogador. *Serious Game* é um jogo que possui como função principal, o cumprimento de objetivos educacionais em suas variadas formas. É importante lembrar que entretenimento e educação não são termos antagônicos, portanto, não devem ser termos conflitantes.

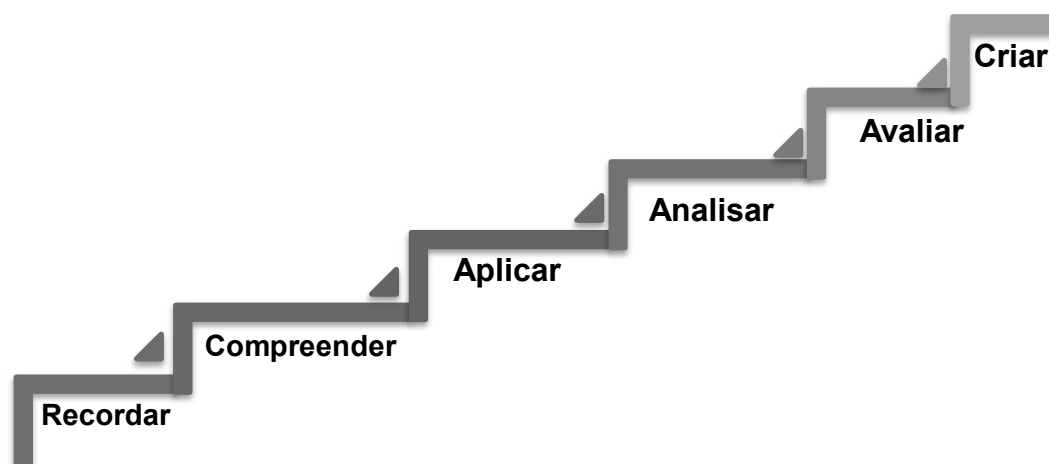
Diversão também é uma característica levada em consideração em um *Serious Games*. Então levanta-se uma pergunta pertinente, o que é diversão? Se procurarmos uma resposta sem efetuar nenhuma pesquisa, muito dificilmente conseguiremos um conceito que contemple uma definição adequada do termo. De acordo com o dicionário online da língua portuguesa, DIVERSÃO. In: DICIO, Dicionário Online da Língua Portuguesa. Porto: 7Graus, 2020. Disponível em <https://www.dicio.com.br/diversao/>. Acesso em 14/04/20 às 15:29, Diversão é um substantivo feminino derivado do termo latim *diversio.onis* usado para definir um passatempo; uma distração; um desvio; alteração da direção; mudança de rumo; mudança do foco de atenção; atividades para crianças.

Todas essas definições remetem a ideia de que diversão é um sinônimo de Entretenimento e que distancia a pessoa de qualquer tipo de aprendizado. Tais definições nos levam ao seguinte questionamento, podemos nos divertir enquanto aprendemos? Diferentemente do dicionário Chen e Michael nos trazem que diversão é um sentimento essencialmente positivo, consequência de um aprendizado, sendo, portanto, um mecanismo de resposta que ocorre ao final do processo, que nos faz querer repetir determinada atividade. Para os autores do presente artigo, uma pequena observação deve ser feita na definição de (CHEN e MICHAEL, 2006), a diversão representa um sentimento positivo que ocorre durante todo o processo da atividade, sendo motivador para concluir as etapas e incentivador para que o indivíduo queira repetir de forma melhor.

Na tentativa de elucidar que a educação deve ser livre e comprometida, Freire (2000) aponta:

“Sonhamos com uma escola pública capaz, que se vá construindo aos poucos um espaço de criatividade. Uma escola democrática em que se pratique uma pedagogia da pergunta, em que se ensine e aprenda com seriedade, mas que a seriedade jamais vire sisudez. Uma escola em que, ao se ensinarem necessariamente os conteúdos, se ensine a pensar “certo” (Freire,2000, p. 24).

Conforme citado anteriormente, a utilização da Aprendizagem baseada em jogos, permite criar uma nova cultura educacional, pois estimula a criatividade, ambição educacional, otimismo, responsabilidade com objetos e ações, análise e aproveitamento de oportunidades. O jogador está inserido em um ambiente iterativo, onde o erro é o requisito do êxito, recebendo novas informações em todos os momentos, criando e recriando seus caminhos. Anderson e Krathwot (2000) revisaram a taxonomia de Bloom, reorganizando a estrutura de processos cognitivos, conforme podemos ver na ilustração a seguir.



Fonte: Os autores.

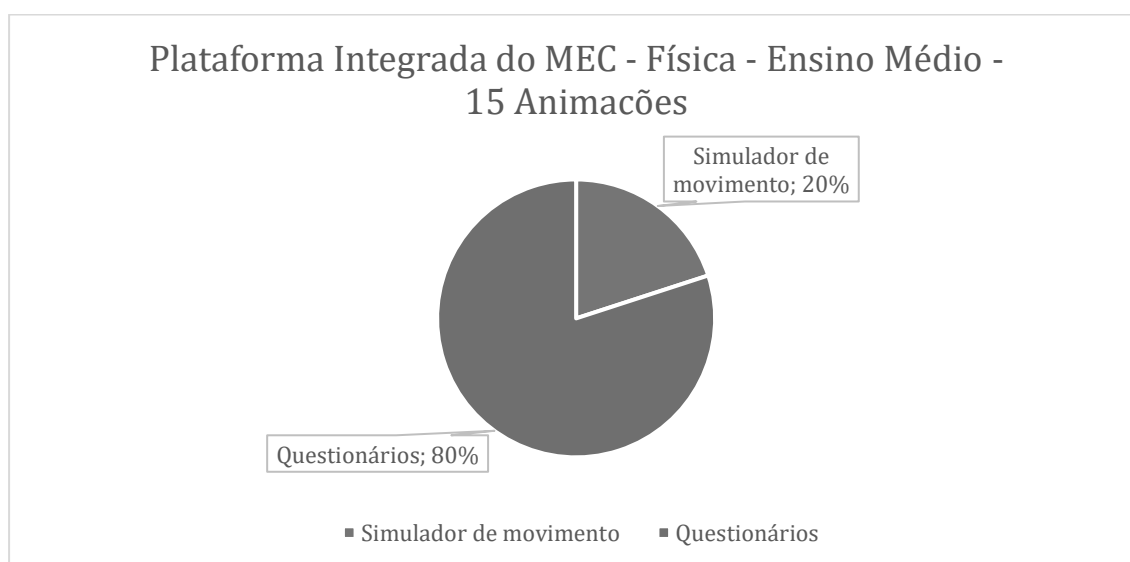
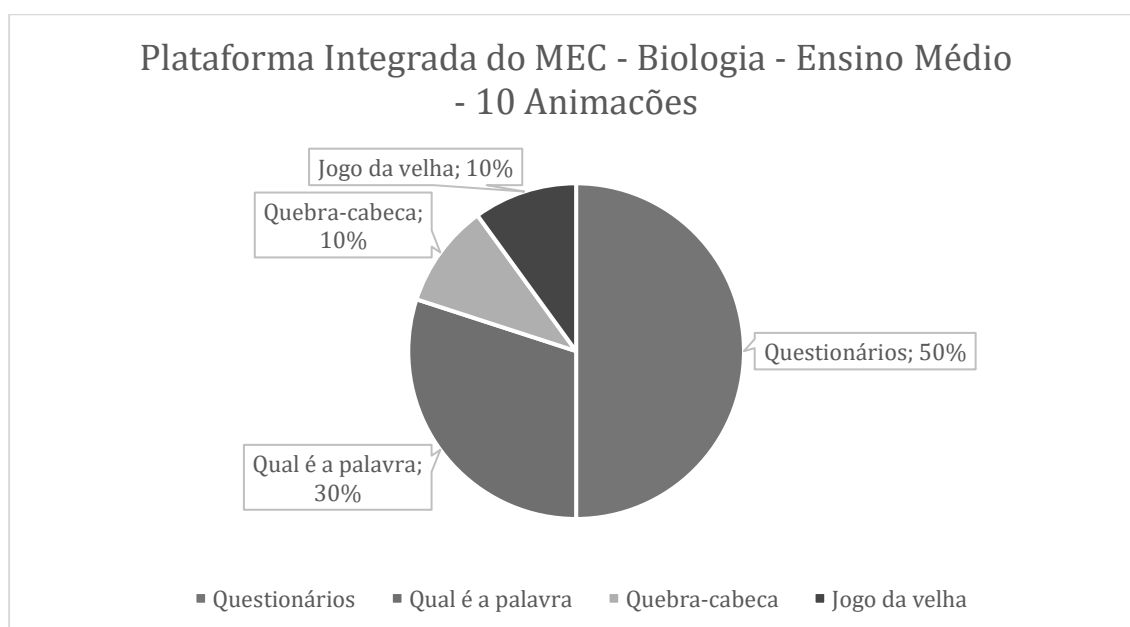
Representada por seis verbos, no primeiro degrau temos recordar como a capacidade de relembrar conhecimento relevante da memória de longo prazo. Compreender como a capacidade de construir significados a partir de mensagens orais, escritas ou gráficas. Aplicar sendo a capacidade de executar um procedimento em uma determinada situação. Analisar é a capacidade de dividir o material nas suas partes constituintes e determinar como as partes se relacionam e formam uma estrutura. Avaliar é a capacidade de realizar julgamentos baseado em critérios. Por último temos o verbo criar que é a capacidade de juntar elementos de forma coerente e funcional ou reorganizar elementos em um novo padrão ou estrutura. A estrutura acima classifica as formas de raciocínio, do mais simples para o mais complexo, de baixo para cima. Podemos entender como capacidade o potencial de realização, comum a todos.

## **SERIOUS GAMES DISPONÍVEIS PARA PROFESSORES**

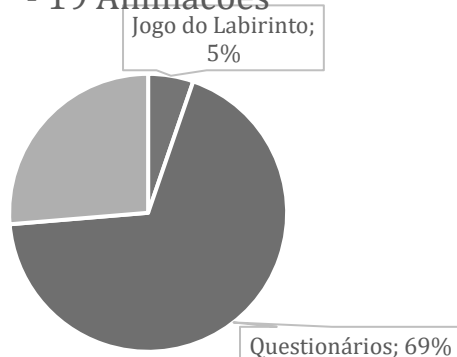
Em um breve levantamento realizado em quatro sites especializados em jogos educacionais - Portal do Professor, Portal Educação Cidadã, Plataforma Integrada de Recursos Educacionais do MEC e Ludo Educativo.

Foi possível verificar que em no Portal do Professor e o Portal Educação Cidadã não existem arquivos em seu repositório. Em relação à Plataforma Integrada de Recursos Educacionais do MEC e Ludo Educativo, o primeiro é um acervo do Ministério da Educação

que tem como objetivo instrumentalizar o professor em sala de aula, possuindo vídeos, esquemas, mapas, experimentos, jogos, entre outros recursos. O segundo é um site composto de atividades lúdicas voltadas ao ensino, entre as atividades lúdicas encontram-se os jogos. Os seguintes filtros foram utilizados: jogos, animações, Ciências, Química, Física e Biologia. A seguir temos gráficos com informações dessas duas bases.

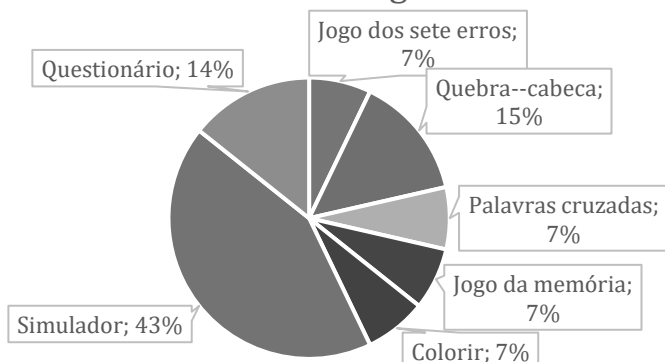


### Plataforma Integrada do MEC - Química - Ensino Médio - 19 Animações

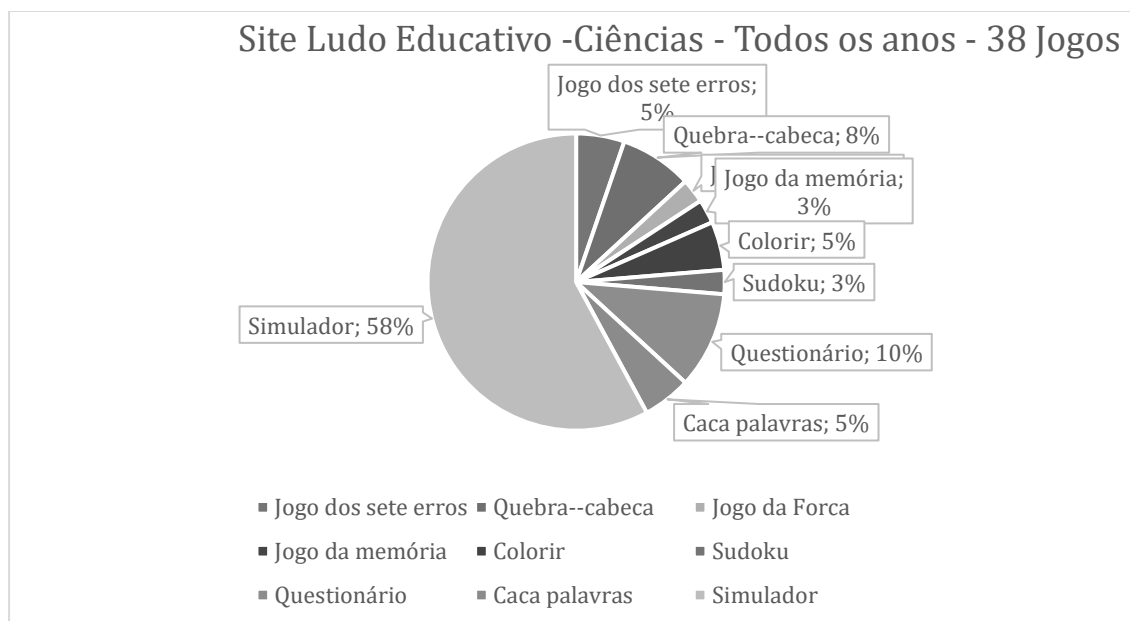


■ Jogo do Labirinto ■ Questionários ■ Simulação

### Site Ludo Educativo - Biologia - Todos os anos - 14 Jogos



■ Jogo dos sete erros ■ Quebra-cabeça ■ Palavras cruzadas ■ Jogo da memória  
■ Colorir ■ Simulador ■ Questionário



Ambas as plataformas possuem espaço para publicação de recursos educacionais de autoria própria. Analisando os dados obtidos percebemos que existe uma definição equivocada de jogos, onde grande parte dos recursos classificados como tal, são questionários digitais, não contemplando as características necessárias para torna-lo um jogo. Também é observado escassez de variedade e quantidade, mesmo aumentando a busca utilizando o filtro animações, os números não ultrapassam quarenta resultados. Esse baixo número de jogos, seja em formato eletrônico ou não, pode ser justificado pela formação do professor, onde as disciplinas referentes a metodologias ativas e criação de conteúdos correspondem a aproximadamente 2% da grade.

### O QUE É NECESSÁRIO PARA CRIAR UM SERIOUS GAME?

Um Serious Game é o produto de um processo de inovação, podemos entender como inovação o desenvolvimento de algo inédito, podendo ser um objeto inédito ou uma forma de utilização inédita. Tal produto só pode ser concebido por meio da intenção, ou seja, uma ação direcionada visando a realização de um determinado fim. Nesse contexto é necessário que o educador esteja sempre disposto a aprender como utilizar novas ferramentas e materiais.

Os jogos são formas de expressões. Para criar um Serious Game o desenvolvedor deve ter em mente que a dimensão educativa de um jogo, surge com a estimulação de certos tipos de aprendizagem, intencionalmente criadas por um adulto. Conforme aponta Djaouti, Alvarez, Jessel (2015) no processo criativo o professor ou desenvolvedor deve observar o sistema G/P/S (Gameplay – jogabilidade; Purpose – objetivo; Scope – Escopo) atendendo os seguintes requisitos:

- a) Fases – devem ser interligadas para dar sentido ao contexto.
- b) Duração - não deve ser breve em que o jogador termine em poucos minutos, nem longo de modo que seja exaustivo.
- c) Estética – cenários desencadeiam memórias, criando ligações emocionais na estrutura cognitiva.
- d) Modalidade – escolher tipo e forma determina os materiais e ferramentas que serão utilizados.
- e) Dificuldade – deve adequar as habilidades requeridas aos conhecimentos dos jogadores.

Com a criação de um Serious Game as expectativas a serem atingidas são: habilidade para resolução de sistemas complexos, alto engajamento com o material, interatividade enquanto aprende, melhor compreensão de métodos construtivistas, redução de riscos. Qualquer estímulo que não seja educacional deve ser desencorajado por parte do desenvolvedor, conforme aponta Burke (2015) quando ocorre exageros inevitavelmente se chega ao fracasso, portanto responsabilidade e respeito são imprescindíveis.

## **AMBIENTE ESCOLAR E SERIOUS GAMES**

Todas as características fundamentais de um jogo podem ser direcionadas ao ambiente escolar. Nas sessões anteriores gizamos todos os paralelos entre os jogos, cultura, aprendizagem e instituições sociais. Nesse momento o seguinte trabalho discorda da Geometria Euclidiana, e consegue promover o encontro de retas paralelas em uma situação finita.



Uma das maiores dificuldades enfrentadas pelo sistema educacional atualmente é controlar o desinteresse dos alunos, e os jogos podem reverter essa situação, inserindo o aluno em uma situação onde o desempenho está relacionado ao foco.

Parte do currículo escolar é pautado em simulações de situações que o aluno possa enfrentar no futuro, porém muitas vezes a linha entre realidade e simulação é muito tênue. Os jogos são marcados por um contexto realístico, onde o jogador assume um papel diferente do vivenciado, permitindo que ele analise a situação sem prejuízo de nenhuma espécie.

Durante o processo de socialização do ser humano as regras mostraram-se indispensáveis, entretanto no ambiente escolar alguns alunos não compreendem essa necessidade para uma boa convivência, nesse contexto os jogos podem mudar essa postura, ensinando que as regras não podem ser violadas.

Assim como os jogos a escola é uma esfera temporária de local finito e definido, sendo importante a gestão do tempo para o cumprimento das atividades e a preservação do local.

A escola é uma organização social que visa formar um indivíduo para um determinado grupo, durante esse processo de formação a interação sempre está presente. De forma semelhante a escola, as relações sociais presentes nos jogos podem possibilitar novos caminhos.

A seguir temos uma síntese dos pontos convergentes entre a escola e os jogos.

IMERSÃO	ESCOLA - É DESEJÁVEL QUE O ALUNO MANTENHA A ATENÇÃO NA AULA
	JOGO - CARACTERÍSTICA ESSENCIAL
PRETEND	ESCOLA - APROXIMAÇÕES DA REALIDADE POR MEIO DE SIMULAÇÕES
	JOGO - BASEADO EM UM CONTEXTO REALÍSTICO
REGRAS	ESCOLA - AMBIENTE COM REGRAS ESTABELECIDAS
	JOGO - NORTEIAM AS AÇÕES DO JOGADORES
TEMPO LOCAL	ESCOLA - POSSUI TEMPO E LOCAL DEFINIDOS
	JOGO - TODO CONTEXTO DEVE POSSUIR
SOCIAL	ESCOLA - INSTITUIÇÃO SOCIAL MARCADO POR RELACÕES
	JOGO - DETERMINAM OS CAMINHOS POSSÍVEIS

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio deste estudo qualitativo exploramos com maior profundidade a Aprendizagem baseada em jogos como estratégia ativa de ensino e os Serious Games como uma abordagem conceitual que delinea os parâmetros do método. Conforme aponta Faria e Colpani (2017) os *Serious Games* criam ambientes desenvolvedores de competências, combinando ambientes lúdicos com educação eficiente. O êxito só é atingido quando o desenvolvedor possui a intenção do alinhamento entre a atividade e a aprendizagem, para Baranowski, et. al (2008) a criação de estruturas de conhecimentos não é suficiente, sendo necessário uma mudança comportamental. A literatura da área é suficiente para aqueles que buscam, incorporando produções científicas e filosóficas, permitindo que o pesquisador caminhe em direção a uma compreensão da totalidade do processo, fundamentos e características que envolvem a relação existente entre o verbo jogar e a aprendizagem. Os jogos disponíveis são escassos, sendo necessário formação adequada dos licenciandos para que estes possam elevar o número de recursos em repositórios. Lugmayr (2016) aponta que os *Serious Games* estão se mostrando como um novo gênero de jogos com potencial a ser estudado e aplicado por toda a sociedade.

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, L.W. e KRATHWOT D.R. **A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives**. New York:Longman. 2000.

BARANOWSKI, Tom, et. al. **Playing for real: Video Games and stories for health – related behavior change**, PubMed, 2020. Disponível em < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18083454/> >. Acesso em: 08/07/20 as 13:07.

BOCCATO, V. R. C. Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. **Rev. Odontol. Univ. Cidade São Paulo**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006.

BURKE, Brian. **Gamificar: como a gamificação motiva as pessoas a fazerem coisas extraordinárias.** São Paulo: DVS Editora, 2015.

CAILLOIS, R. **Les jeux et les hommes.** Paris, Galimard, 1967.

CHEN, S; MICHAEL, D. **Serious Games: Games that educate, train and inform: 1. Ed. Boston:** Editora Thomson, 2006.

DICIONÁRIO ONLINE DA LÍNGUA PORTUGUESA. Disponível em <https://www.dicio.com.br/diversao/>. Acesso em 14/04/20 às 15:29.

DJAOUTI, Damien; ALVAREZ, Julian; JESSEL, J.P. Classifying Serious Games: the G/P/S model. Semanticscholar, 2020. Disponível em <<https://pdfs.semanticscholar.org/4994/0d0ff9081456e9ee51f07522b71d58cab639.pdf>>. Acesso em 07/07/20 às 16:11.

FARIA, Mateus José de; COLPANI, Rogério. Joy e as Letrinhas: um Serious Game como ferramenta de auxílio no processo de alfabetização de crianças do ensino fundamental, **Revista Brasileira de Informática na Educação**, vol. 25, num. 2. Disponível em: <<https://www.br-ie.org/pub/index.php/rbie/article/view/6563/5002>>. Acesso em: 08/07/20 às 13:16.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** ed. São Paulo: Paz e Terra, 2001.

HUIZINGA, Johan. **Homo Ludens:** 4. Ed. São Paulo: Editora Perspectiva S.A, 2000.

KATSALIAKI, K; MUSTAFEE, N. "A survey of serious games on sustainable development". Wsc '12. Winter Simulation Conference, 2009.

KISHIMOTO, T.M, et.al. **Jogo, Brinquedo, Brincadeira e a Educação.** 8. Ed. São Paulo: Editora Cortez, 1999.

LORENZATO, S. (Org.). **O laboratório de ensino de matemática na formação de professores.** 3. Ed. Campinas: Autores Associados, 2012.

LUGMAYR, Artur, et. al. Serious storytelling – a first definition and review. **Research Gate Net**, 2020. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/307606121\\_Serious\\_storytelling\\_-\\_a\\_first\\_definition\\_and\\_review](https://www.researchgate.net/publication/307606121_Serious_storytelling_-_a_first_definition_and_review)>. Acesso em 08/07/20 às 12:48

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

RICE, J. "Assessing higher order thinking in video games" **Journal of Technology and Teacher Education**. v. 15, n. 1, p. 87, 2007.

RODRIGUES, N. Educação: da formação humana à construção do sujeito ético. **Educação & Sociedade**, Campinas, ano XXII, n. 76, p. 232-257, out. 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/es/v22n76/a13v2276.pdf>>. Acesso em: 14/04/20 às 15:46.

SCHWARTZ, Yves. A comunidade científica ampliada e o regime de produção de saberes. Trabalho e Educação. **Revista do NETE/ UFMG**. Belo Horizonte, n. 7, p. 38-46, jul./dez., 2000.

VALENTE, J.A, et. al. Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino **Revista Diálogo Educacional**, vol. 17, núm. 52 Rev., Curitiba, p. 455-478, abr. 2017. Disponível em: < <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=189154955008>>. Acesso em: 14/04/20 às 15:54.

## ISLE – INVESTIGATIVE SCIENCE LEARNING ENVIRONMENT: UMA POSSÍVEL ABORDAGEM METODOLÓGICA ATIVA PARA O ENSINO DE FÍSICA

**João Paulo Camargo de Lima**

Doutor pela Universidade Federal de São Carlos/UFSCar. Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTFPR. E-mail: joaopaulo@utfpr.edu.br

**Zenaide de Fátima Dante Correia Rocha**

Doutora em Educação pela Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP. Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTFPR. E-mail: zenaiderocha@utfpr.edu.br

**Helenice Satie Moraes**

Especialização em Genética Aplicada pela Universidade Estadual de Londrina/UEL. Professora da Secretaria de Educação do Estado do Paraná/SEED/PR  
E-mail: hellensm2010@hotmail.com

**Thamires da Silva Souza**

Graduação em Química pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná/UTFPR.  
E-mail: thamires-souza@hotmail.com

**Resumo:** Este artigo tem por objetivo apresentar uma abordagem metodológica ativa pouco conhecida da comunidade de ensino de Ciências no Brasil, denominada: ISLE (*Investigative Learning Science Environment*). A abordagem envolve o desenvolvimento dos estudantes a partir de suas próprias ideias, o estudante se engaja neste processo, quando observa fenômenos e procura padrões, desenvolvendo explicações para esses padrões, e usa essas explicações para fazer previsões sobre os resultados das experiências e atividades desenvolvidas em sala de aula, decidindo se os resultados das experiências e das atividades são consistentes com as previsões. Revisa as explicações, se necessário, e incentiva os estudantes a representar os processos físicos de múltiplas formas. Para fundamentar e apresentar a abordagem, descrevemos alguns conceitos e características de metodologias e aprendizagens ativas, apontando algumas pesquisas e estudos realizados sobre a temática. Em seguida, descrevemos aspectos da ISLE, apresentamos seus fundamentos, conceitos e procedimentos, bem como os elementos mais importantes da abordagem.

**Palavras-chave:** ISLE, Metodologias Ativas, Ensino de Física.

## ISLE – INVESTIGATIVE SCIENCE LEARNING ENVIRONMENT: A POSSIBLE ACTIVE LEARNING APPROACH FOR PHYSICS TEACHING

**Abstract:** This article aims to present an active methodological approach little known to the science teaching community in Brazil. We refer to the ISLE (*Investigative Learning Science*

Environment) approach. The approach involves the development of students from their own ideas, the student engages in this process, observing phenomena and looking for patterns, developing explanations for those patterns, using these explanations to make predictions about the results of the experiences and activities developed in the classroom, deciding whether the results of experiments and activities are consistent with predictions, reviewing explanations if necessary, and encouraging students to represent physical processes in multiple ways. To support and present the approach, we describe some concepts and characteristics of methodologies and active learning, pointing out some research and studies carried out on the theme. Then we describe aspects of ISLE presenting its fundamentals, concepts and procedures, as well as the most important elements of the approach.

**Keywords:** ISLE, Active Learning, Physics Education.

## INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas nossa sociedade tem passado por transformações, abrangendo as esferas culturais, políticas, econômicas, tecnológicas e sociais. Estas transformações têm produzido um impacto de forma efetiva nas relações estabelecidas no cotidiano do ser humano com o mundo (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017), seja o mundo do trabalho, o mundo enquanto relação com o outro ser humano ou o mundo escolar (CHARLOT, 2000, 2001, 2005). De forma particular o mundo escolar tem sido abalado por tais transformações (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017), exigindo do professor uma nova postura e novas relações entre o professor, o saber e o estudante, estabelecendo a necessidade de novas competências, aprendizagens e mudanças de concepções (BASSALOBRE, 2013).

Em se tratando do ensino de Ciências, essa realidade tem sido um desafio para o professor, uma vez que “exige uma competência profissional com uma amplitude nunca vislumbrada” (VILLANI; PACCA; FREITAS, 2002, p.16). Somado a isso, observamos que no ensino superior vários cursos têm apontado elevados índices de reprovação e evasão, em especial os cursos de graduação em Física (ARRUDA *et al.*, 2006; BARROSO *et al.*, 2003; GERAD; VALÉRIO, 2014; PASSOS *et al.*, 2007; LIMA JUNIOR *et al.*, 2013). Não são poucos os desafios e as situações adversas que os profissionais de educação, em especial o professor, enfrentam na sala de aula. Em meio à complexidade das circunstâncias descritas, é estabelecido ao professor possibilitar aos estudantes condições

para que possam se engajar no processo de aprendizagem a fim de “Tornar o aluno um agente ativo, (co)responsável pelo processo de ensino e aprendizagem” (ARAÚJO; MAZUR, 2013, p. 364). Por outro lado, no contexto do ensino de Física tem surgido nos últimos tempos investigações e propostas com objetivo de possibilitar o engajamento do estudante, mobilizando-o ativamente no processo de ensino e aprendizagem, bem como proporcionar elementos ao professor para superação dos desafios impostos pela realidade atual (CROUCH; MAZUR, 2001; BEICHNER *et al.*, 2007; BREWE *et al.*, 2010; ARAÚJO; MAZUR, 2013; HENRIQUES; PRADO; VIEIRA, 2014; OLIVEIRA; ARAÚJO; VEIT, 2016).

Dentro desse escopo de aprendizagens e metodologias ativas, este artigo tem por objetivo apresentar uma abordagem metodológica pouco conhecida na realidade da comunidade de ensino de Física no Brasil. Esta abordagem se trata do ISLE (*Investigative Science Learning Environment*) (ETKINA, MURTHY; ZOU, 2006; KARELINA; ETKINA, 2007; ETKINA *et al.*, 2010), idealizada e desenvolvida pela professora Eugenia Etkina, com a colaboração de um grupo de pesquisadores e professores da *Rutgers University*. *Investigative Science Learning Environment* (Ambiente de Aprendizagem Científica Investigativa) é uma abordagem em que o ensino e a aprendizagem dos estudantes se assemelham ao processo das Ciências, levando o estudante a agir de forma similar à do cientista. Esta abordagem envolve o desenvolvimento dos estudantes a partir de suas próprias ideias. O estudante se engaja neste processo, observa fenômenos procurando padrões, desenvolve explicações para esses padrões, usando essas explicações para fazer previsões sobre os resultados das experiências e atividades desenvolvidas em sala de aula. O mesmo decide se os resultados das experiências e das atividades são consistentes com as previsões, revisa as explicações se necessário, incentivando os estudantes a representar os processos físicos de múltiplas formas. A combinação desses recursos é aplicada a todas as unidades conceituais no sistema de aprendizagem ISLE, que ajuda os estudantes a desenvolverem representações produtivas para o raciocínio qualitativo e para resolução de problemas.

Para o desenvolvimento e apresentação das ideias referentes à abordagem ISLE, estruturamos esse artigo da seguinte forma: iniciamos com uma descrição sobre

metodologias ativas realizando alguns apontamentos, em seguida realizaremos a apresentação da abordagem ISLE descrevendo os principais conceitos que fundamentam a abordagem, bem como procedimentos e aplicações realizadas em sala de aula e laboratórios. Para finalizar, algumas considerações são apresentadas.

## **METODOLOGIAS ATIVAS: ALGUNS APONTAMENTOS**

As metodologias ativas ou aprendizagens ativas têm surgimento em função das necessidades da sociedade atual, as quais giram em torno das concepções da formação para cidadania e das discussões sobre a inclusão escolar, sendo estas balizadas agora por meio das novas tecnologias e ferramentas que nascem em nossos fazeres cotidianos, e se transforma nas formas de comunicação e expressão (PRADO, 2019).

Prado (2019) aponta que as metodologias ativas têm sido propostas mais em termos de características de inovação educacional, com o objetivo de inserir estudantes e professores em um aspecto dinâmico, prático e atrativo de ensino. Ainda segundo o autor, as ideias sobre a aprendizagem ativa já estavam presentes há mais de meio século em obras consolidadas de vários autores da Pedagogia, Psicologia e Sociologia da Educação. Dentre os autores destacam-se Vygotsky, Paulo Freire, John Dewey, Joseph Novak, Carl Rogers, entre outros. Em geral, pesquisadores têm apontado que as metodologias ativas ou aprendizagens ativas são metodologias cujo objetivo é levar os estudantes à autonomia, ao autogerenciamento e corresponsabilidade pelo seu próprio processo de aprendizagem e formação, ou seja, “A aprendizagem ativa é um processo pelo qual os alunos participam de atividades, como leitura, escrita, discussão ou resolução de problemas que promovem a síntese, análise e avaliação do conteúdo de classe” (PINTO *et al.*, 2012, p. 79).

Várias aprendizagens e metodologias ativas têm sido propostas, como: PBL (*project based learning*/aprendizagem por projetos); TBL (*team based learning*/aprendizagem por equipes); WAC (*writing across curriculum*/construção de textos ou relatórios ao longo da disciplina); jogos aplicados à educação; estudo de caso; sala de aula invertida; debates em sala de aula; apresentações de painéis/exercícios pelos estudantes; construção de experimentos em sala de aula; *Peer Instruction* (aprendizagem



aos pares); utilização de *Clickers*, LMS/AVA (*Learning Management System*, Ambiente Virtual de Aprendizagem), Ensino Híbrido; utilização de *Flash Cards* e utilização de *Quiz/Test Questions* (Testes com questões conceituais) (PRADO, 2019), assim como também *One-Minute Paper*; *Think-Pair-Share*; Ensino por Investigação; *Just-in-Time Teaching* (Ensino sob medida), entre outros (OLIVEIRA; ARAÚJO; VEIT, 2016). Podemos observar a enorme quantidade de metodologias e propostas metodológicas apresentadas em artigos, e a cada ano outras propostas surgem como variações de aprendizagens e metodologias ativas existentes, bem como aplicações que levam em conta as especificidades de cada área ou assunto a ser abordado.

Em um estudo sobre a utilização do termo aprendizagem ativa em publicações em periódicos acadêmicos, dentro do panorama norte-americano, Bonwell e Eison (1991) apontam um conjunto de estratégias à qual o termo está vinculado:

- Engajar os estudantes em algo que vai além de somente assistir passivamente às aulas;
- Dar mais ênfase ao desenvolvimento de habilidades e menos ênfase à transmissão da informação;
- Envolver os estudantes em atividades mais complexas (análise, síntese, avaliação de resultados);
- Engajar os estudantes ativamente nas atividades de leitura, discussão e escrita;
- Colocar maior importância em atividades metacognitivas. (BONWELL; EISON, 1991 apud PRADO, 2019, p. 28).

Em uma síntese dos tópicos apresentados acima, Bonwell e Eison (1991) apontam uma possível definição para a aprendizagem ativa, no qual seria “envolver os estudantes em atividades e fazê-los pensar sobre as atividades que estão realizando” (PRADO, 2019, p. 28). Neste sentido, as atividades fundamentadas em aprendizagens e metodologias ativas assumem um caráter metacognitivo. A metacognição é comumente apontada como o “pensar sobre o pensamento”, “pensar sobre o pensar” ou a “cognição da cognição” (CORRÊA; PASSOS; ARRUDA, 2018; ROSA; RIBEIRO; ROSA, 2018). Sendo assim,

A Metacognição está interessada na capacidade de reflexão sobre o nosso próprio pensamento, e em um contexto acadêmico ela inclui o conhecimento sobre nós mesmos como aprendizes, sobre os aspectos da tarefa, e sobre o

uso da estratégia. Metacognição também envolve a autorregulação de nossos próprios esforços cognitivos, incluindo planejar as nossas ações, verificar os resultados dos nossos esforços, avaliar o nosso progresso, corrigir as dificuldades que surgem, testar e revisar as nossas estratégias para a aprendizagem. (BAKER, 2010, p. 204 apud PASSOS; CORRÊA; ARRUDA, 2017, p. 181).

A capacidade de reflexão tem sido uma das exigências no complexo cenário da vida humana e da educação. De maneira geral, “as capacidades de pensar, agir e sentir são demandadas de modo cada vez mais profundo, levaram as funções da escola a contribuir com uma forma de educação vinculada ao desenvolvimento destas capacidades de aprendizagem de forma integrada e efetiva na vida em sociedade” (PRADO, 2019, p. 28). O desenvolvimento dessas capacidades por parte da escola levaria à edificação de um conjunto de hábitos a serem usados na ação e os saberes aprendidos, transformando o comportamento dos sujeitos diante das aprendizagens (BERBEL, 2011), ou seja, “Quando ambos, hábitos e conhecimentos, combinados com a motivação, são satisfatórios, o sujeito percebe que foi ele quem causou a mudança desejada” (GUIMARÃES, 2003, p. 38). Portanto,

Em decorrência dessa percepção, seus comportamentos podem ser intrinsecamente motivados, fixando metas pessoais, demonstrando seus acertos e dificuldades, planejando as ações necessárias para viabilizar seus objetivos e avaliando adequadamente seu progresso, como explica a autora (BERBEL, 2011, p. 26-27)

Neste aspecto, o desenvolvimento de uma autonomia é conduzido a partir do agenciamento deste comportamento dos estudantes (PRADO, 2019). Observa-se uma confluência de ideias de vários autores a respeito dos processos de ensino e aprendizagem fundamentados a partir de metodologias ativas, principalmente com respeito à inserção dos estudantes em comunidades de aprendizagem através do desenvolvimento de autonomia e motivação intrínseca (GUIMARÃES, 2003; BERBEL, 2011; PRADO, 2019). Dentro desta perspectiva, o papel do professor na mediação pedagógica demanda um novo perfil docente balizado na prática reflexiva, investigativa e crítica (DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017).

Sobre características das metodologias ativas, alguns autores sintetizam sete princípios relacionados:

- 1) estudante como centro do processo de ensino e aprendizagem;
- 2) a autonomia;
- 3) a reflexão;
- 4) a problematização da realidade;
- 5) o trabalho em equipe;
- 6) a perspectiva de inovação;
- 7) o professor como elemento mediador, facilitador e ativador da aprendizagem. (PRADO, 2019; DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017).

Os estudos apresentados sobre as metodologias ativas apontam para uma ampla gama de “categorias”, assim como características que proporcionam uma variedade de aspectos como o desenvolvimento de habilidades, a inserção em comunidades de aprendizagem, processos metacognitivos, processos de engajamento e mobilização dos estudantes, a inserção de novas ferramentas de transformação das formas de comunicação e expressão, que apontam para o estudante com o centro e o protagonista no processo de ensino e aprendizagem. A seguir descreveremos sobre uma abordagem metodológica com um conjunto de características de aprendizagem ativa.

## **A ABORDAGEM ISLE: CONCEITOS E PROCEDIMENTOS**

ISLE (*Investigative Science Learning Environment*) é um método que pode ser utilizado para o ensino e aprendizagem escolar, que envolve um ambiente no qual os estudantes podem desenvolver representações produtivas para o raciocínio qualitativo e para a resolução de problemas para assim descobrir e aprender os conhecimentos científicos com autonomia de forma semelhante ao pensamento dos cientistas.

As propostas metodológicas que proporcionam um envolvimento interativo têm sido bem-sucedidas em ajudar os estudantes a desenvolver a compreensão conceitual dos princípios da Física e a resolver problemas. Mas não somente isso, outro benefício apontado é o fato de envolver ativamente os estudantes na construção de seus conhecimentos de Física e oportunizar a possibilidade de se envolverem em “pensar como físicos” ou “pensar como cientistas” (ETKINA, 2017). A abordagem ISLE segue estes pressupostos, ao mesmo tempo que engaja os estudantes em atividades que espelham a prática científica. Muitos currículos baseados em investigação (*inquiry-based*) têm atividades individuais que envolvem os

estudantes em algumas das práticas, mas existem alguns que o fazem de forma sistemática e proposital. A abordagem ISLE proporciona este envolvimento de maneira sistemática e proposital. Além disso, se aproxima de outras abordagens, as quais incentivam os estudantes a construir ativamente seus próprios saberes, através de uma relação com o que já sabem e para poder colaborar com os outros estudantes (ETKINA *et al.*, 2018; BROOKES; YANG; NAINABASTI, 2021). O processo de “pensar como físicos” mobiliza os estudantes em um conjunto de atividades proposto pela abordagem, onde eles irão observar fenômenos e procurar padrões, desenvolver explicações para esses padrões, usar essas explicações para fazer previsões sobre os resultados das experiências, decidindo se os resultados das experiências são consistentes com as previsões. Também, se necessário, será feita uma revisão das explicações, incentivando os estudantes a representarem os processos físicos de múltiplas formas.

Etkina *et al.* (2018) ainda ressaltam que os estudantes precisam ser capazes de analisar criticamente informações e gerar novos saberes com fundamento nas premissas relacionadas ao ambiente físico e social em que operam. E não apenas se preocuparem com o produto final, mas com o processo desencadeado, construído, na produção e geração de determinado resultado. O mais importante é os estudantes serem capazes de se envolverem neste processo de criação, avaliação e aplicação de novos saberes (ETKINA *et al.*, 2018).

Dessa forma, os estudantes desenvolvem nas aulas um conjunto de atividades que acompanham as etapas do Ciclo ISLE (Figura 1). É importante ressaltar que as etapas não seguem uma progressão linear. Em qualquer etapa, pode-se voltar e visitar o passo anterior ou examinar as suposições (ETKINA, 2015).

Segundo Etkina, Brookes e Planinsic (2019), há três características-chave desta abordagem, que espelham as características de um ambiente de investigação científica ao mesmo tempo em que permite aos estudantes desenvolver conhecimentos de Física tradicionalmente valorizados (conceitos normativos).

1. Os estudantes desenvolvem conceitos de Física normativa com suas próprias ideias, por meio da repetição, passando pelo seguinte processo (Ciclo ISLE):

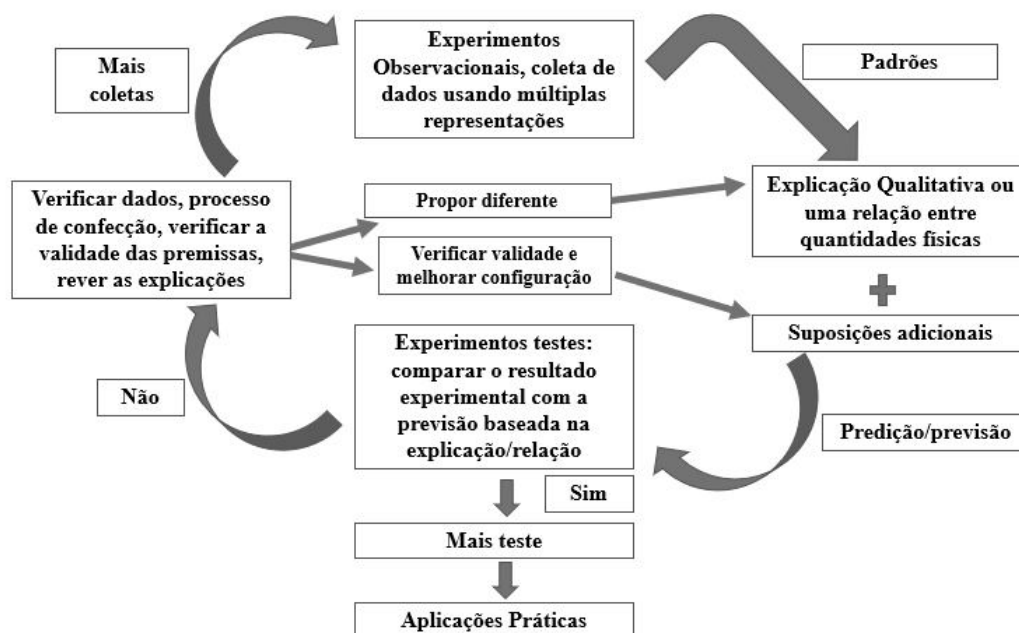
(a) Observação de fenômenos pré-selecionados (geralmente experimentos, mas também podem ser simulações ou dados previamente coletados, fotos, vídeos...) e procurar

por padrões; (b) Desenvolvimento de explicações/modelos/relações matemáticas para estes padrões; (c) Uso destas explicações/modelos/relações para fazer previsões sobre os resultados dos experimentos de teste que eles propõem; (d) Decidir se os resultados dos experimentos de teste correspondem às previsões; (e) Rever os modelos/relações, se necessário, e finalmente chegar aos modelos/relações de Física normativa; (f) Aplicá-las para fins práticos (resolver problemas, construir dispositivos, determinar os valores e quantidades Físicas etc.).

2. Os estudantes, engajados nas etapas (a)-(f), representam processos físicos de múltiplas formas para ajudá-los a desenvolver ferramentas produtivas para raciocínio qualitativo e para a solução de problemas.

3. Envolvidos nas etapas (a)-(f), os estudantes trabalham colaborativamente em grupos de 3-4 usando quadros brancos e depois compartilham suas descobertas, projetos e soluções em uma discussão em sala de aula inteira (ETKINA; BROOKES; PLANINSIC, 2019, p. 1-3).

Figura 1 – Ciclo ISLE



Fonte: adaptado de Etkina (2015).

O envolvimento dos estudantes no ato de pensar como físicos, durante o desenvolvimento das atividades no ciclo ISLE, proporciona a construção dos conceitos de

Física e habilidades de resolver problemas a partir de situações práticas, bem como o uso e a reflexão de habilidades científicas. As habilidades científicas, é como se fossem “hábitos da mente” (ETKINA, 2017).

Segundo Etkina *et al.* (2006), o termo “habilidades científicas” descreve alguns dos processos, procedimentos e métodos mais importantes que os cientistas usam ao construir conhecimento e ao resolver problemas teóricos e experimentais. Ressalta-se, ainda, que as habilidades científicas não são habilidades automáticas, mas que são processos em que os estudantes precisam utilizá-las de maneira reflexiva e crítica.

A partir de uma análise da história da prática da Física, da taxonomia das habilidades cognitivas, das recomendações de educadores em Ciências, e uma análise epistemológica dos processos do fazer Ciência do cientista, o grupo de pesquisa liderado pela professora Eugenia Etkina desenvolveu uma lista de habilidades científicas com as seguintes descrições:

- a) a capacidade de representar a informação de várias formas;
- b) a capacidade de usar o equipamento científico para conduzir investigações experimentais e reunir dados pertinentes para investigar fenômenos, testar hipóteses, ou resolver problemas práticos;
- c) a capacidade de recolher e representar dados a fim de encontrar padrões, e de fazer perguntas;
- d) a capacidade de conceber múltiplas explicações para os padrões e de os modificar à luz de novos dados;
- e) a capacidade de avaliar o desenho e os resultados de uma experiência ou uma solução para um problema;
- f) a capacidade de comunicar (ETKINA; BROOKES; PLANINSIC, 2019. p. 4-2).

Para o efetivo desenvolvimento dessas habilidades científicas, é necessário mobilizar os estudantes em atividades apropriadas, assim como elaborar maneiras de avaliar o desempenho dos estudantes nas atividades propostas e fornecer *feedback* (ETKINA *et al.*, 2006). Pensando nos processos de avaliação formativa, *feedbacks* e na elaboração de critérios como verificação da construção das habilidades por parte dos estudantes, foi desenvolvido um

conjunto de rubricas a fim de orientar os professores durante os processos de avaliação formativa, bem como no processo de autoavaliação dos estudantes (ETKINA *et al.*, 2006).

Em suma, a abordagem metodológica ISLE promove, de forma efetiva, um conjunto de benefícios ao processo de aprendizagem dos estudantes, mobilizando-os em atividades, de forma a criar um hábito reflexivo (hábitos da mente), o que os leva a desenvolver o pensamento de forma similar à do cientista. Pode-se apontar que a abordagem ISLE é fundamentada e estruturada em fortes bases teórico-metodológicas desde a etapa de planejamento das atividades, desenvolvimento e avaliação de todo o processo de aprendizagem.

Antes de iniciar as atividades é fundamental apresentar a proposta e a organização das atividades aos estudantes. A fim de orientá-los de maneira correta, deixar claro os procedimentos desde o processo de execução das atividades em sala de aula até os processos de avaliação e seus critérios como rubricas, *checklists*, avaliação por pares. É importante também apontar aos estudantes os objetivos e resultados gerais de aprendizagem, bem como os objetivos e resultados específicos de aprendizagem de cada temática a ser trabalhada na disciplina.

Figura 2 – Estudantes de Engenharia durante as atividades ISLE



Fonte: os autores.

A cada temática deve-se planejar as atividades dentro da dinâmica do ciclo, como: para trabalhar o conceito de movimento e suas características, inicialmente organiza-se a atividade chamada experimento observacional. Um experimento observacional é um experimento ou atividade que os estudantes realizam quando é investigado um novo fenômeno. Assim, eles não fazem previsões ou hipóteses sobre seu resultado. Os estudantes precisam coletar dados, analisá-los e encontrar um padrão nos dados. Eles então precisam explicar por que as grandezas físicas seguem esse padrão e/ou construir uma relação qualitativa ou quantitativa, e explicá-las. Lembrando que para toda a atividade é importante que os estudantes descrevam o fenômeno estudado de múltiplas maneiras. Também é importante determinar as rubricas, critérios para a avaliação de aprendizagem e verificação das habilidades de cada atividade (ver Figura 3). A determinação dos instrumentos de avaliação é fundamental para uma avaliação contínua e os *feedbacks* aos estudantes a fim de desenvolverem as habilidades que a abordagem propõe e, conseqüentemente, os resultados de aprendizagens propostos. Para avaliar a presença dessas habilidades nos estudantes foram desenvolvidas as rubricas de pontuação, que utilizam como parâmetro os próprios hábitos da mente, porém essas rubricas são adaptadas a cada conjunto de atividades, visando um determinado conhecimento científico.

Figura 3 – Exemplos de alguns critérios para rubrica representar informações de várias maneiras



RUBRIC A: Capacidade de representar informações de várias maneiras					
Habilidade Científica		Ausência de	Inadequado	Precisa de melhorias	Adequado
A1	É capaz de extrair as informações da representação corretamente.	Nenhuma tentativa visível é feita para extrair informações do texto do problema.	As informações extraídas contêm erros, como rotular quantidades incorretamente, misturar os estados inicial e final, escolher um sistema incorreto, etc. As quantidades físicas não têm subscritos (quando são necessários)	Algumas informações são extraídas corretamente, mas não todas as informações. Por exemplo, quantidades físicas são representadas com números, não há unidades. Ou direções estão faltando. Os subscritos para quantidades físicas estão ausentes ou inconsistentes.	Todas as informações necessárias são extraídas corretamente, e escritas de forma compreensível. Objetos, quantidades físicas, estados iniciais e finais são identificadas e descritas corretamente e todas unidades físicas estão corretas. Os subscritos das quantidades físicas estão consistentes.
A2	É capaz de construir novas representações de representações anteriores.	Nenhuma tentativa é feita para construir uma representação diferente.	A representação é tentada, mas usa informações incorretas ou a representação não concorda com as informações usadas.	As representações são criadas sem erros (enganos), mas há informações ausentes, isto é, legendas, variáveis.	Representações são construídas com todas as informações dadas (ou entendidas) e não contêm grandes falhas.

Fonte: Etkina; Murthy; Zou (2006) (tradução nossa).

Os experimentos observacionais podem ser usados em uma aula/palestra enquanto são desenvolvidas ideias em um novo tópico, ou seja, para introduzir uma nova temática. Neste caso o professor realiza o experimento, os estudantes registram os dados, decidem quais variáveis são importantes e tentam encontrar padrões nos dados, construindo tabelas e plotando gráficos. Também usados em aulas, palestras, aulas de laboratório ou seminários, os dados de tais experiências (realizados por outra pessoa) são fornecidos, os estudantes vão analisá-los e procurar padrões. Uma outra possibilidade, em aulas, palestras, laboratório ou seminários e *workshops*, os dados e análises são fornecidos. Os estudantes constroem explicações para as tendências nos dados. Há ainda outras possibilidades, como na aula prática no laboratório ou como lição de casa. Para a aula prática os estudantes realizam experiências no laboratório (antes de aprender sobre os conceitos em aulas ou palestras), coletam e analisam dados, encontram padrões e constroem explicações ou relações matemáticas para descrever os padrões. Como um problema de lição de casa, dados para um experimento são fornecidos e os estudantes são convidados para analisar os dados e encontrar padrões neles (ETKINA; BROOKES; PLANINSIC, 2019; ETKINA; BROOKES; PLANINSIC, 2020).

Um outro exemplo de atividades desenvolvidas dentro do ciclo ISLE são os experimentos de teste. Em um experimento de teste, os estudantes usam uma explicação ou relação para fazer uma previsão do resultado do experimento. Eles também decidem quais suposições adicionais estão fazendo. Em seguida, eles realizam o experimento e registram o resultado. Com base na (discordância) da previsão e do resultado experimental, e levando em consideração os pressupostos teóricos e as incertezas experimentais, os estudantes devem fazer um julgamento sobre a explicação ou relação que estão testando. Os estudantes aprendem que quando sua previsão está de acordo com o resultado experimental, isso significa apenas que a explicação/relação não pode ser rejeitada. Por outro lado, se a sua previsão não concorda com o resultado experimental, eles têm que rejeitar a explicação/relação que testaram ou reconsiderar as suposições adicionais que fizeram. Assim, a ênfase está em tentar refutar uma ideia. Os experimentos de teste podem ser usados nos seguintes contextos:

- Em uma aula.

Depois de desenvolver uma nova ideia, o professor explica a configuração experimental para testar a ideia. Os estudantes fazem suas previsões com base na ideia que acabaram de desenvolver. O professor realiza o experimento. Os estudantes então decidem se a ideia desenvolvida é apoiada ou precisa ser revisada/rejeitada.

- Em um laboratório.

Os estudantes recebem uma tarefa experimental, na qual eles devem fazer uma previsão sobre o resultado do experimento usando uma explicação/relação, realizar o experimento e, em seguida, fazer um julgamento sobre a explicação/relação com base na concordância de sua previsão e o resultado experimental.

- Como uma tarefa de *design* em um laboratório.

Os estudantes projetam seu próprio experimento para testar uma explicação ou uma relação (ETKINA, BROOKES; PLANINSIC, 2019).

Ressaltamos que a abordagem ISLE tem apresentado resultados significativos, seja no desenvolvimento de habilidades científicas, aprendizagem conceitual dos conteúdos, desenvolvimento de representações produtivas para resolução de problemas e desenvolvimento de conhecimentos normativos em Física (ETKINA, 2015).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo apresentamos uma abordagem metodológica ativa pouco conhecida pela comunidade de ensino de Ciências do Brasil, a abordagem ISLE (*Investigative Science Learning Environment*). Esta é uma abordagem de ensino por investigação diferenciada, pois além de envolver a construção das próprias ideias dos estudantes por observar fenômenos e procurar padrões, os estudantes desenvolvem explicações para esses padrões de forma qualitativa, sendo encorajados a realizar representações de suas ideias e explicações de várias maneiras. Assim, usam essas explicações para fazer previsões sobre os resultados dos experimentos de teste, decidem se os resultados dos experimentos de teste são consistentes com as previsões e revisam as explicações, se necessário, realizando a interação com os outros estudantes de suas ideias, explicações e validações (BROOKES; YANG; NAINABASTI, 2021). Para fundamentar e apresentar a abordagem, descrevemos alguns conceitos e características de metodologias e aprendizagens ativas, apontamos algumas pesquisas e estudos realizados sobre a temática. Em seguida, descrevemos aspectos da ISLE apresentando seus fundamentos, conceitos e procedimentos, bem como os elementos mais importantes da abordagem, como o ciclo ISLE, as atividades que compõem o ciclo, as habilidades científicas relacionadas à abordagem e rubricas de acompanhamento e avaliação do processo. Da apresentação desta nova abordagem de metodologia ativa no Brasil, tem-se uma importante contribuição para o processo de ensino e aprendizagem mediante sua veiculação no meio acadêmico e científico, em vista da melhoria da qualidade do ensino, em especial para o Ensino de Física focado neste estudo.

## AGRADECIMENTOS

João Paulo Camargo de Lima agradece a Eugenia Etkina e a *Graduate School of Education*, pela acolhida e suporte durante sua estadia na *Rutgers University – The State University of New Jersey* em New Brunswick.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 30, n. 2, p. 362-384, 2013.
- ARRUDA, S.; CARVALHO, M. A.; PASSOS, M. M.; SILVEIRA, F. L. dados comparativos sobre a evasão em Física, Matemática, Química e Biologia da Universidade Estadual de Londrina: 1996 a 2004. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 23, n. 3, p. 418-438, 2006.
- BAKER, E. Metacognition. In: PETERSON, P.; BAKER, E.; MCGAW, B. (org.). **International Encyclopedia of Education**. 3. ed. Oxford: Elsevier, 2010. p. 204-210.
- BARROSO, M. F. *et al.* A evasão universitária em cursos de Física: desempenho dos estudantes e redução da evasão. In: **SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA**, 15. 2003, Curitiba. **Atas [...]**. Curitiba: CEFET-PR, p. 507-517, 2003.
- BASSALOBRE, J. Ética, responsabilidade social e formação de educadores. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 29, n. 01, p. 311 317, 2013.
- BEICHNER, R. J. *et al.* The Student-Centered Activities for Large Enrollment Undergraduate Programs (SCALE-UP) Project. In: REDISH E. F.; COONEY, P. J. (org.). **Research-based reform of introductory physics**. Reviews in PER, v. 1. American Association of Physics Teacher, College Park, 2007. p. 1-42.
- BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.
- BONWELL, C.; EISON, J. **Active Learning: Creating Excitement in the Classroom** AEHE-ERIC Higher Education Report N. 1. Washington, D.C.: Jossey-Bass, 1991.
- BREWE *et al.* Toward equity through participation in Modeling Instruction in introductory university physics. **Physics Review Special Topics – Physics Education Research**, College Park, v. 6, n. 1, p. 010106-1-010106-2, 2010.
- BROOKES, D. T.; YANG, Y.; NAINABASTI, B. Social positioning in small group interactions in an investigative science learning environment physics class. **Physics Review Special Topics – Physics Education Research**, College Park, v. 17, n. 1, p. 010103-1-010103-13, 2021.
- CHARLOT, B. **Da relação com o saber: elementos para uma teoria**. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- CHARLOT, B. **Os jovens e o saber: perspectivas mundiais**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

- CHARLOT, B. **Relação com o saber, formação de professores e globalização**: questões para a educação hoje. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- 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, 2001.
- CORRÊA, N. N. G.; PASSOS, M. M.; ARRUDA, S. M. Metacognição e as relações com o saber. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 24, p. 517-534, 2018.
- DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, Pelotas, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.
- ETKINA, E. Millikan award lecture: students of physics – listeners, observers, or collaborative participants in physics scientific practices? **American Journal of Physics**, College Park, v. 83, n. 8, p. 669-679, 2015.
- ETKINA, E. Using physics to help students develop scientific habits of mind. **Scientia in educatione**, Praga, v. 8 (special issue), p. 6-21, 2017.
- ETKINA, E.; BROOKES, D.; PLANINSIC, G. **Investigative Science Learning Environment**: When Learning Physics Mirrors Doing Physics. Bristol: IOP Publishing, 2019.
- ETKINA, E.; BROOKES, D.; PLANINSIC, G.; VAN HEUVELEN, A. **Instructor's Guide for College Physics**: Explore and Apply. New York: Pearson Education, 2018.
- ETKINA, E.; BROOKES, D. T.; PLANINSIC, G. Investigative Science Learning Environment: Learn Physics by Practicing Science. In: MINTZES, J.; WALTER, E. (ed.) **Active Learning in College Science**. Basel: Springer, 2020.
- ETKINA, E.; KARELINA, A.; RUIBAL-VILLASENOR, M.; JORDAN, R.; ROSENGRANT, D.; HMELOSILVER, C. Design and reflection help students develop scientific abilities: learning in introductory physics laboratories. **Journal of the Learning Sciences**, London, v. 19, n. 1, p. 54-98, 2010.
- ETKINA, E.; VAN HEUVELEN, A.; WHITE-BRAHMIA, S.; BROOKES, D. T.; GENTILE, M.; MURTHY, S.; ROSENGRANT, D.; WARREN, A. Scientific abilities and their assessment. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, College Park, v. 2, p. 020103-1 – 020103-15, 2006.
- ETKINA, E.; MURTHY, S.; ZOU, X. Using introductory labs to engage students in experimental design. **American Journal of Physics**, College Park, v. 74, p. 979-982, 2006.
- GERAD, F., VALÉRIO A. D. A. Relação entre o desempenho em física e o desempenho em outras disciplinas da etapa inicial de um curso de engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 2401, 2014.

GUIMARÃES, S. E. R. **Avaliação do estilo motivacional do professor**: adaptação e validação de um instrumento. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

HENRIQUES, V. B.; PRADO, C. P. C.; VIEIRA, A. P. Aprendizagem ativa. Editorial convidado. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 4001, 2014.

KARELINA, A.; ETKINA, E. Acting like a physicist: student approach study to experimental design. **Physical Review, Special Topics, Physics Education Research**, College Park, 3, 020106, 2007.

LIMA JUNIOR, P. R. M.; OSTERMANN, F.; REZENDE, F. Análise dos condicionantes sociais da evasão e retenção em cursos de graduação em Física à luz da sociologia de Bourdieu. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 37-60, 2012.

OLIVEIRA, T. E.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Aprendizagem Baseada em Equipes (Team-Based Learning): um método ativo para o Ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 3, p. 962-986, 2016.

PASSOS, M. M.; CORRÊA, N. N. G.; ARRUDA, S. M. Perfil metacognitivo (parte I): uma proposta de instrumento de análise. **Investigações em ensino de ciências**, Porto Alegre, v. 22, p. 176-191, 2017.

PASSOS, F. G. dos *et al.* Diagnóstico sobre a reprovação nas disciplinas básicas dos cursos de engenharia da UNIVASF. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 35, 2007, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba, 2007.

PINTO, A. S. S.; BUENO, M. R. P.; SILVA, M. A. F. A.; SELLMANN, M. Z.; KOEHLER, S. M. F. Inovação didática – projeto de reflexão e aplicação de metodologias ativas de aprendizagem no ensino superior: uma experiência com “Peer Instruction”. **Revista de Pesquisa Científica – Janus – Fatea**, Lorena, v. 9, n. 15, p. 75-87, 2012.

PRADO, G. F. **Metodologias ativas no ensino de Ciências**: um estudo das relações sociais e psicológicas que influenciam a aprendizagem. 369 f. Tese (Doutorado em Educação para Ciência) – Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2019.

ROSA, C. T. W.; RIBEIRO, C. A. G.; ROSA, A. B. Habilidades metacognitivas envolvidas na resolução de problemas em Física: investigando estudantes com expertise. **Amazônia (UFPA)**, Belém, v. 14, p. 143-160, 2018.

VILLANI, A.; PACCA, J. L. A.; FREITAS, D. Formação do Professor de Ciências no Brasil: tarefa impossível. *In*: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 8., Águas de Lindoia. **Atas [...]**. CD-ROM. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, v. 1. p. 2-22, 2002.

## METODOLOGIAS ATIVAS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: CONTRIBUIÇÕES DO GEOGEBRA E PBL NA APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA ESPACIAL

**Sílvia Mourão Meireles**

Especialista em Novas Tecnologias no Ensino da Matemática pela Universidade Federal Fluminense/UFF.  
Professora do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza.  
E-mail: silviameireles0@gmail.com

**Juliano Schimiguel**

Doutor em Ciência da Computação pela Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP.  
Professor do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do  
Sul/SP. E-mail: schimiguel@gmail.com

**Marcelo Pupim Gozzi**

Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo/USP. Técnico em Planejamento e Gestão na Escola de  
Governo do Estado de São Paulo/EGESP.  
E-mail: prof.mgozzi@gmail.com

**Resumo:** A disseminação e o desenvolvimento contínuo de novas tecnologias têm ocasionado transformações profundas que perpassam diferentes âmbitos da sociedade. Vivemos em um mundo digital permeado por tecnologias que avançam em direção à sala de aula, suscitando novas formas de ensinar e aprender. As metodologias ativas se configuram como possibilidade de ressignificação da prática docente, uma vez que viabiliza métodos em que o estudante tem participação ativa na aprendizagem e o conhecimento é construído de forma colaborativa. Nesse contexto, esse artigo tem como objetivo analisar as contribuições da integração de tecnologia digital no ensino de geometria espacial, com uso do aplicativo Geogebra 3D e aportes de *mobile learning* e *Problem Based Learning* (PBL). A pesquisa foi realizada em uma escola técnica localizada na cidade de São Paulo com uma turma de 35 alunos do 3º ano do Ensino Técnico Integrado ao Médio (ETIM) e se caracteriza com um estudo de caso com abordagem qualitativa e quantitativa. A coleta de dados foi realizada por meio de observação direta, questionários e instrumentos envolvendo situações-problemas que versavam sobre as propriedades dos prismas. Os resultados apontam as metodologias ativas integradas ao aplicativo Geogebra 3D potencializam a aprendizagem de Geometria Espacial e favorecem a participação ativa dos estudantes na construção de conceitos geométricos.

**Palavras-chave:** Metodologias Ativas, Geometria Espacial, Geogebra 3D, PBL.

## ACTIVE METHODOLOGIES IN MATHEMATICAL EDUCATION: Contributions of Geogebra and PBL in the learning of Spatial Geometry

**Abstract:** The dissemination and continuous development of new technologies has led to profound transformations that permeate different areas of society. We live in a digital world

permeated by technologies that advance toward the classroom, giving rise to new ways of teaching and learning. The active methodologies are configured as a possibility of resignification of teaching practice, since it enables methods in which the student has an active participation in learning and knowledge is built collaboratively. In this context, this research aims to analyze the contributions of the integration of digital technology in the teaching of spatial geometry, using the Geogebra 3D application and contributions of mobile learning and Problem Based Learning. The research was carried out in a technical school located in the city of São Paulo with a class of 35 students from the 3rd year of Technical Education Integrated to High School (ETIM) and is characterized by a case study with a qualitative and quantitative approach. Data collection was performed through direct observation, questionnaires and instruments involving problem situations that dealt with the properties of the prisms. The results point to the active methodologies integrated with the Geogebra 3D app that enhance the learning of Spatial Geometry and favor the active participation of students in the construction of geometric concepts.

**Keywords:** Active Methodologies, Spatial Geometry, 3D Geogebra, PBL

## INTRODUÇÃO

É notório que a tecnologia vem transformando nossas vidas de forma acelerada e profunda. Kenski (2015) evidencia que estas mudanças trazem significativas interferências em nosso modo de pensar, sentir, agir, de nos relacionarmos socialmente, de adquirirmos conhecimento, produzindo uma nova cultura e um novo modelo de sociedade.

Diante desse cenário e das múltiplas atribuições que a escola assume, fomentam os desafios de rever os métodos, as estratégias e os recursos que apoiam os professores de todas as áreas de ensino.

No que tange ao ensino de matemática, muitos são os argumentos utilizados para evidenciar sua importância na vida escolar. De acordo com Pais (2006), desde a educação infantil até o ensino médio, essa disciplina tem sido considerada capaz de contribuir com a formação intelectual do aluno, no entanto tais argumentos por si só, não asseguram a realização dos objetivos previstos e ressalta:

Há uma grande distância entre o que se pode ser realizado em termos de objetivo e a efetiva realização do possível. A superação dessa distância certamente depende de muitas variáveis: formação de professores, redefinição dos métodos, expansão dos atuais campos de pesquisa, criação e diversificação de estratégias, incorporação do uso qualitativo das tecnologias digitais e, ainda de uma boa dose de disponibilidade para revirar concepções enrijecidas (PAIS, 2006, p.13).



Para isto, é preciso buscar metodologias adequadas que intensifiquem as possibilidades de interação entre aluno e conhecimento. Pais (2006) destaca ainda, que os métodos e as estratégias de ensino são os elementos que oportunizam o aluno a fazer matemática no contexto escolar.

Neste sentido, é necessário valorizar as ações dos alunos, afastar a concepção de que o saber matemático está preelaborado e se opor as atividades com ênfase nas práticas de reprodução. Muito mais do que conceitos e definições é importante apresentar aos alunos a relevância social que determinado conteúdo exerce nele e na sociedade em que vive.

Diante desse contexto, este artigo apresenta um estudo sobre a integração de Metodologias Ativas no ensino de Geometria Espacial com aportes do aplicativo Geogebra 3D e m – learning.

A pesquisa foi realizada com 35 alunos do Ensino Técnico Integrado ao Médio (ETIM) de uma escola técnica localizada na cidade de São Paulo. Teve como objetivo, integrar tecnologia digital ao ensino de Geometria Espacial na disciplina de matemática, por meio de práticas elaboradas pelo método Problem Based Learning (PBL) e com uso do aplicativo Geogebra 3D como ferramenta da m-learning.

Tem como objetivo principal discorrer sobre os conceitos de metodologias ativas com ênfase no método da PBL, considerando que, a partir da referida conceituação, os educadores, principalmente os de Matemática, integrem novas didáticas às suas práticas pedagógicas.

O estudo, que resultou na escrita deste artigo buscou investigar como os procedimentos didáticos fundamentados por Metodologias Ativas e mediados pelas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) em ambientes de Geometria Dinâmica podem oferecer novas possibilidades de aprendizagem e potencializar o estudo da Geometria Espacial.

O tema de estudo abordado refere-se aos Prismas, conteúdo que pertence ao currículo do Ensino Médio e se justifica pela tentativa de superar lacunas de aprendizagem existentes no ensino de geometria, na educação básica.

## METODOLOGIAS ATIVAS NO CONTEXTO EDUCACIONAL

Os estudantes do século XXI têm apresentado comportamento diferente em sala de aula, em parte, devido ao uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). Nesse sentido, é importante enfatizar que o foco não deve se manter no uso da tecnologia em si, mas no fato de as TDIC terem proporcionado novas possibilidades de expressão e comunicação, que podem colaborar no desenvolvimento de novas abordagens pedagógicas (VALENTE, 2018). Os caminhos são inúmeros como:

[...] a capacidade de animar objetos em tela, recurso essencial para complementar ou substituir muitas atividades que foram desenvolvidas com papel e lápis; a possibilidade de novos letramentos além do alfabético, como o imagético, o sonoro, etc.; e a criação de contextos educacionais que começam a despontar e que vão além das paredes da sala de aula (VALENTE, 2018, p. 26).

A acentuada expansão social do uso das tecnologias digitais convida professores e profissionais da educação a adotarem uma posição crítica em relação a tecnologia. Moran e Bacich (2018) destacam a importância de reinventar a educação, analisar as contribuições e riscos que as mudanças provenientes da interação com a cultura digital produzem aos processos de aprendizagem e ressaltam:

É essencial uma educação que ofereça condições de aprendizagem em contextos de incertezas, desenvolvimento de múltiplos letramentos, questionamentos da informação, autonomia para resolução de problemas complexos, convivência com a diversidade, trabalho em grupo, participação ativa nas redes e compartilhamentos de tarefas. Por isomorfismo, a formação do professor também deve se pautar pela atividade criadora, reflexiva, crítica, compartilhada e de convivência com as diferenças, usando as mídias e as tecnologias como linguagem e instrumento de cultura, estruturantes do pensamento, do currículo, das metodologias e das relações pedagógicas (MORAN & BACICH, 2018, p.9).

Para Berbel (2011), a crescente complexidade de adaptação à nossa sociedade que perpassa constantes mudanças no âmbito mundial, nacional e local tem exigido o desenvolvimento de capacidades humanas de pensar e agir cada vez mais comprometidas com as questões do entorno em que se vive. “Faz parte das funções da escola contribuir para que tal desenvolvimento ocorra”(BERBEL 2011, p. 26).

Para a autora, o professor exerce função relevante ao contribuir com a autonomia dos estudantes. Sugere também, que a formação de futuros profissionais nas diferentes áreas seja estimulada por meio de metodologias ativas e destaca:

As metodologias ativas baseiam-se em formas de desenvolver o processo de aprender, utilizando experiências reais ou simuladas, visando às condições de solucionar, com sucesso, desafios advindos das atividades essenciais da prática social, em diferentes contextos (BERBEL, 2011, p. 29).

De acordo com Valente, Almeida e Geraldini (2017), a literatura brasileira refere-se às metodologias ativas como estratégias pedagógicas que colocam o aprendiz no foco do processo de ensino e aprendizagem. São consideradas ativas pelo fato de se relacionarem com a aplicação de práticas pedagógicas que envolvem os alunos e os engajam em atividades nas quais eles são protagonistas da sua aprendizagem.

Para Lovato et al. (2018), diversas formas de metodologias ativas foram elaboradas ao longo do tempo, como: Aprendizagem Baseada em problemas (*Problem Based Learning*), Aprendizagem Baseada em Projetos (*Project Based Learning*), Sala de Aula Invertida (*Flipped Classroom*), Instrução por Pares (*Peer Instruction*), entre outras.

As metodologias ativas se constituem como práticas pedagógicas alternativas ao ensino tradicional. Elas se contrapõem ao ensino baseado na transmissão de informação e da instrução bancária, como criticou Paulo Freire (1970). “Na metodologia ativa, o aluno assume uma postura mais participativa, na qual ele resolve problemas, desenvolve projetos e, com isso, cria oportunidades para a construção de conhecimento”. (VALENTE, 2018, p. 26).

As metodologias ativas apresentam caminhos para uma educação inovadora. Oferecem inúmeras possibilidades de transformar aulas em experiências de aprendizagem mais significativas aos estudantes da cultura digital, que apresentam expectativas em relação ao ensino, à aprendizagem e ao próprio desenvolvimento e formação, de maneira diferente do que as gerações anteriores expressavam (MORAN; BACICH, 2018).

As práticas pedagógicas mediadas pelas metodologias ativas têm no cerne da concepção de ensino o estudante, as relações estabelecidas com seus pares e com o educador e, principalmente, com o objeto de conhecimento.

Para Moran e Bacich (2018), os estudantes do século XXI, inseridos em uma sociedade do conhecimento, marcada pela aceleração e transitoriedade das informações,

demandam que o olhar do educador esteja voltado à promoção da autonomia e do protagonismo.

Em face dos inúmeros desafios atuais atribuídos à educação em diferentes níveis e modalidades, é preciso superar as abordagens tradicionais centradas na fala do professor e na passividade do aluno. Para isso, é fundamental que o educador se posicione como um mediador e que não assuma o centro no processo de construção do conhecimento.

A aprendizagem baseada em problemas também conhecida por PBL (do inglês, Problem Based Learning) se configura como uma modalidade inserida no conjunto de metodologias ativas e dará suporte a esse estudo.

É considerada como com um método de ensino-aprendizagem que faz “uso de problemas da vida real para estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e das habilidades de solução de problemas e a aquisição de conceitos fundamentais da área de conhecimento em questão” (RIBEIRO, 2008, p.13).

Conforme Ribeiro (2008), o PBL é uma metodologia em que um problema é usado para apresentar, direcionar, motivar e focalizar a aprendizagem. Diferente das metodologias convencionais, que utilizam problemas de aplicação, ao término da apresentação de um conceito. Ele traz uma conceituação para essa temática:

O PBL, como uma metodologia de ensino-aprendizagem, estaria pautado no pressuposto de que o conhecimento prévio em relação a um assunto – ativado nesta metodologia durante a análise inicial do problema – determina a natureza e a quantidade de conhecimentos novos que podem ser processados. Porém, ainda que necessária, a existência de conhecimentos prévios não seria condição suficiente para que os alunos entendessem e memorizassem novas informações. Estas precisam ser elaboradas ativamente, o que é conseguido no PBL, por meio de discussões em grupos antes e depois de novos conhecimentos serem aprendidos (RIBEIRO, 2008, p. 17).

Para Frezatti et al. (2018), o método PBL surge como mais uma proposta construtivista, com foco nos alunos. Apresentamos a seguir, um quadro com características do PBL em relação a aprendizagem tradicional, sob a ótica de Frezatti et al. (2018):

**Quadro 1:** Comparação: Características da abordagem tradicional e método PBL

<b>Abordagem Tradicional</b>	<b>Método PBL</b>
Ensino centrado no professor	Ensino centrado no aluno
Estímulo dirigido pelo professor	Estímulo autodirigido ao aluno
Ênfase no conhecimento teórico	Ênfase no conhecimento prático
Ênfase em conhecimentos	Ênfase em competências
Direcionamento para o indivíduo	Direcionamento ao grupo

Fonte: Frezatti et al. (2018).

Por tudo o que até então temos evidenciado, acreditamos que o método PBL privilegia o trabalho em grupo, a organização das tarefas e a cooperação, exigindo dos alunos responsabilidade e autonomia na construção da aprendizagem, fatores importantes na formação do indivíduo.

## INTEGRAÇÃO DE TECNOLOGIAS AO ENSINO DE GEOMETRIA

Considerando que a geometria está presente de forma sistemática na vida diária de todos e que suas representações aparecem nas construções, nas formas naturais e na arte, a abordagem desse tema deve possibilitar que os estudantes relacionem formas planas e espaciais com desenhos, planificações e objetos do mundo concreto.

É importante que o aluno, ao estudar geometria desenvolva o raciocínio, a capacidade de abstração, de representação, de construção de objetos geométricos e resolva problemas práticos do cotidiano.

Comumente, o ensino de geometria quando abordado nos anos iniciais desconsidera o mundo tridimensional em que vivemos e enfatiza prioritariamente as figuras planas. Os outros níveis de escolaridade privilegiam práticas que favorecem a memorização e a classificação de suas nomenclaturas e, apesar de sua forte relação com a realidade, frequentemente é abordada numa perspectiva abstrata.

Segundo Pereira (2001), o ensino é fortemente influenciado pelos livros didáticos, onde muitas vezes a geometria é deixada para o final. Uma vez, estando no final e sob a alegação dos professores que o conteúdo programático é extenso, é cada vez menos abordada.

Ainda segundo Pereira (2001), o “abandono do ensino de geometria” tem entre muitas causas as lacunas deixadas pelo Movimento da Matemática Moderna (MMM), que enfatizava o ensino da álgebra, a omissão da geometria nos livros didáticos e pontuais deficiências na formação acadêmica dos professores.

Esses fatores, ao longo dos anos, contribuíram para que os alunos apresentassem dificuldades nessa área de ensino, desde os anos iniciais e nos níveis subsequentes de escolaridade.

Diante desse cenário, o ensino de Geometria Espacial terá destaque em nosso estudo. Destacaremos a importância de agregar metodologias adequadas ao uso de novas tecnologias no ensino de matemática, em especial no estudo dos prismas. Uma vez que, a incorporação de atividades exploratórias com ênfase nas figuras espaciais favorecem o desenvolvimento do pensamento geométrico dos alunos.

O uso de softwares e aplicativos de geometria dinâmica facilita a compreensão das propriedades matemáticas e possibilita suas representações. A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017), destaca a importância da utilização dos recursos digitais e aplicativos para a investigação matemática.

Nesse sentido, segundo Bairral (2009), o ensino de matemática apoiado por tecnologias permite que os alunos explorem diferentes conceitos matemáticos, que realizem experimentos e criem estratégias de resolução de problemas.

Muitos softwares e aplicativos oferecem diferentes representações para um mesmo objeto matemático (numérica, algébrica e geométrica), possibilitam a expansão da base de conhecimento por meio de macroconstruções e ao mesmo tempo, permite a manipulação dos objetos que estão nas telas, processos que caracterizam o pensamento matemático (BAIRRAL, 2009).

As Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2006) apontam que os softwares de geometria dinâmica têm ganhado notoriedade. No trabalho com os poliedros, por exemplo, muitos deles os apresentam em movimento, sob diferentes vistas,

acompanhados de sua planificação, condições próprias para o desenvolvimento da visualização espacial.

“Quando trabalhamos com geometria notamos que os estudantes apresentam dificuldades em visualizar e entender algumas representações e ilustrações geométricas” (BAIRRAL, p. 57, 2009). Observando que embora o avanço dos recursos tecnológicos tenha se expandido de forma expressiva, o ensino de geometria ainda tem sido desenvolvido com métodos tradicionais, com papel e lápis.

Assim, entre muitas possibilidades de acesso aos mais variados recursos tecnológicos disponíveis para auxiliar os docentes, nos pareceu pertinente investigar a contribuição do Geogebra 3D no desenvolvimento das habilidades espaciais.

O Geogebra foi objeto de estudo da tese de doutorado do austríaco Markus Hohenwarter, que no ano de 2001 desenvolveu este software para apoiar o ensino de matemática em diferentes níveis de ensino, visto que, suas aplicações contemplam a aprendizagem desde o ensino fundamental ao ensino superior. (JESUS; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2019).

É considerado como um software de matemática dinâmica que reúne em um único ambiente Geometria, Álgebra, Planilha de Cálculo, Gráficos, Probabilidade, Estatística e Cálculos Simbólicos. Encontra-se disponível nas versões dos sistemas operacionais Windows, Linux e MAC e pode ser instalado de forma gratuita e há também a opção de utilizá-lo na versão on-line direto com o navegador da Internet.

O Geogebra 3D possibilita a construção de pontos, retas, planos, dos prismas como os cubos e os paralelepípedos e de outros objetos espaciais como as pirâmides, os cilindros, os cones e as esferas. Para Scalabrin e Mussato (2019), o Geogebra 3D:

[...] possibilita que os alunos visualizem os objetos construídos de maneira diferente do que estão habituados a observarem nos livros didáticos. Ao explorar um objeto construído no Geogebra 3D, determinada representação aparece como uma das posições possíveis que o objeto pode assumir, e isto proporciona significado e movimento às imagens mentais que são criadas pelo aluno. Além disso, os alunos podem interagir com o objeto construído e assim formar imagens mentais mais significativas (SCALABRIN; MUSSATO, 2019, p. 93).

O aplicativo Geogebra 3D foi adaptado dos computadores para ser acessado em smartphones, encontra-se disponível de forma gratuita para os sistemas operacionais IOS e Android e constitui-se com um instrumento de análise no desenvolvimento dessa pesquisa, apoiando o estudo dos prismas.

Conforme Saccol, Schlemmer e Barbosa (2011), esse processo favorece o desenvolvimento da modalidade educacional *m-learning* ou *mobile learning*, termo que vem sendo traduzido como aprendizagem móvel. Consiste no uso de dispositivos móveis e portáteis em atividades de ensino e aprendizagem.

Os *smartphones*, por exemplo têm ganhado espaço cada vez mais significativo na vida das pessoas, oferecendo recursos que vão além da comunicação. Acreditamos que a prática de atividades apoiadas pelo uso dos celulares além de dar um enfoque diferente ao uso desses dispositivos pelos estudantes, estimulam novas práticas escolares.

Conforme Bairral (2017), com eles os usuários realizam interações através do toque na tela, produzem e compartilham vídeos, podem permanecer conectados em tempo integral, acessam inúmeras redes sociais, fazem uso do GPS, jogam games, lêem livros, realizam operações bancárias e desempenham tantas outras funções.

A inserção de um dispositivo móvel em ambientes de ensino exige a identificação das potencialidades e limitações deste recurso, a fim de atribuir a seu uso uma finalidade educativa.

## METODOLOGIA

Esse estudo se caracteriza como uma pesquisa exploratória com dados qualitativos e quantitativos. De acordo com Gil (2002), as pesquisas exploratórias “têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses” (GIL, 2002, p.41). Essas pesquisas têm como objetivo o aprimoramento de ideias e geralmente assumem a forma de pesquisa bibliográfica ou de estudo de caso.

Goldenberg (2004) salienta que as diferentes formas de coletar e analisar dados (qualitativa e quantitativamente) favorecem uma percepção mais ampla da complexidade de um problema. Destaca que “a integração da pesquisa quantitativa e qualitativa permite que o pesquisador faça um cruzamento de suas conclusões” (GOLDENBERG, 2002, p. 62).



Essa pesquisa se caracteriza como um estudo de caso, pois segundo Yin (2015), é um método preferencial para situações nas quais as questões pesquisadas são “como?” ou “por quê?”. Segundo ele, nesta circunstância, o pesquisador tem pouco ou nenhum controle sobre eventos comportamentais e o foco de estudo é um fenômeno contemporâneo.

Conforme Yin (2015), a evidência de um estudo de caso pode resultar de várias fontes. Como exemplos, ele menciona: a documentação, os registros em arquivos, as entrevistas, a observação direta, a observação participante e artefatos físicos.

Como técnica de coleta de dados, essa pesquisa apoiou-se na observação direta, em registros de arquivos que versavam sobre o estudo dos prismas, paralelepípedos e cubos, juntamente com dois questionários que foram aplicados no início e ao término desse estudo.

A pesquisa foi realizada em uma escola técnica localizada na zona leste da cidade de São Paulo, com 35 alunos do 3º ano do curso de Secretariado do Ensino Técnico Integrado ao Médio.

O ETIM é destinado aos alunos que concluíram o ensino fundamental e compõe-se das partes relativas ao ensino médio (base nacional comum e parte diversificada) e da formação profissional (ensino técnico). Os cursos são organização por séries, cada curso é composto por 3 (três) séries e cada série tem duração de um ano.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Iniciamos nossa pesquisa com a aplicação de um questionário inicial, cujo intuito era conhecer quais as experiências dos alunos participantes em relação ao uso de recursos digitais nas aulas de Matemática e, ao mesmo tempo, procuramos investigar de forma sucinta, informações sobre o ensino e a aprendizagem no âmbito da Geometria.

Assim, após a aplicação desse questionário, foi elaborada uma revisão de conceitos básicos de geometria plana. Buscamos retomar conceitos que versavam sobre a classificação, análise das principais características dos polígonos regulares e não regulares, juntamente com o cálculo de áreas dessas figuras.

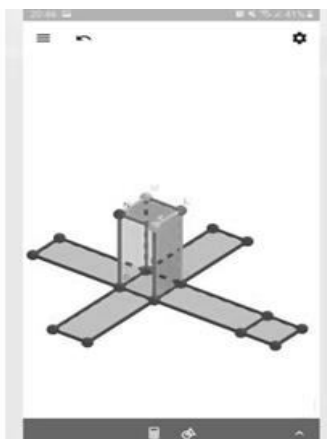
Em seguida, os alunos foram orientados a realizar o download do aplicativo Geogebra 3D Graphing Calculator em seus respectivos aparelhos celulares. Antes porém, nos

certificamos que todos os alunos dispunham de um dispositivo móvel e que estes viabilizavam a instalação desse aplicativo.

Iniciamos a utilização do *app*, com a apresentação das interfaces iniciais e das principais ferramentas que seriam exploradas em nosso estudo. Para o desenvolvimento das atividades, os alunos foram divididos em grupos com quatro integrantes e em alguns momentos reuniram-se em duplas.

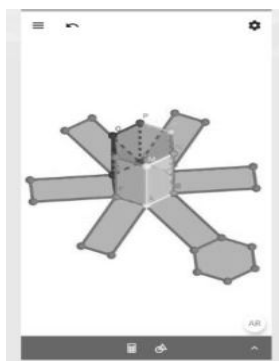
O aplicativo Geogebra 3D foi utilizado para explorar e investigar as características dos prismas, classificá-los, analisar a Relação de Euler, deduzir as fórmulas referente às áreas das superfícies, calcular áreas e volumes e realizar planificações. Algumas evidências, estão apresentadas nas figuras seguintes.

**Figura 1:** Prisma quadrangular regular



Fonte: Autores (2019).

**Figura 2:** Prisma hexagonal regular



Fonte: Autores (2019).

Após perpassarem as etapas de interação, construção das figuras e exploração dos conceitos elementares dos prismas, os alunos responderam o questionário final e expressaram suas considerações sobre a metodologia PBL e as possíveis contribuições do aplicativo Geogebra 3D para a disseminação do tema abordado.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apresentaremos nesta análise informações referentes aos questionários aplicados durante a nossa investigação.

Com a aplicação do questionário inicial, procuramos conhecer a periodicidade em que os alunos utilizam seus *smartphones* para apoiar os processos de aprendizagem, em sala de aula. Como também, sua relação com a aprendizagem em geometria no âmbito da educação básica.

**Gráfico 1:** Uso de celular para fins pedagógico

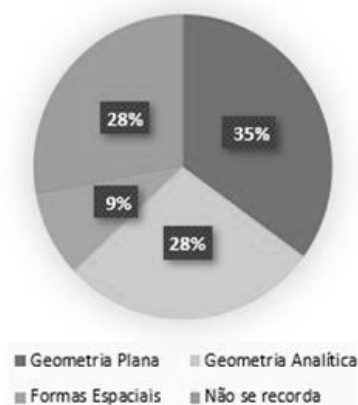


Fonte: Autores (2019).

Entre os 35 (trinta e cinco) alunos pesquisados, 8% alegam utilizar diariamente, 43% frequentemente e 49% manifestam fazer uso do celular para a finalidade questionada. Constatamos que a maior parte deles raramente faz uso do celular como ferramenta pedagógica, fato que se contrasta com a presença significativa que estes dispositivos assumem nos dias atuais.

Solicitamos que expressassem os temas que se recordavam ter estudado, no âmbito da geometria desde o início de sua escolarização.

**Gráfico 2:** Conhecimentos prévios em Geometria

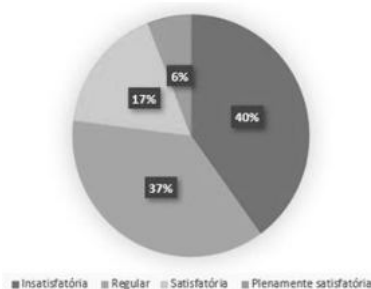


Dos 35 (trinta e cinco) alunos pesquisados, 35% afirmam ter estudado tópicos de geometria plana, 28% manifestam ter estudado geometria analítica, 9% recordam do ensino sobre formas espaciais, enquanto 28% alegam não se recordarem de nenhum tópico relacionado a geometria.

Percebemos que os tópicos de geometria plana estão entre os assuntos mais presentes na memória dos participantes.

Sugerimos que os alunos realizassem uma autoavaliação em relação a aprendizagem de geometria. Para isso adotamos uma escala de 1 a 10, com classificações que variavam entre insatisfatória e plenamente satisfatória.

**Gráfico 3:** Autoavaliação da aprendizagem de Geometria



Fonte: Autores (2019).

As avaliações foram categorizadas de forma que entre 1 e 4 expressava aprendizagem insatisfatória, 5 e 6 aprendizagem regular, entre 7 e 8 considerava a aprendizagem satisfatória e entre 9 e 10 sinalizava aprendizagem plenamente satisfatória.

Entre os 35 (trinta e cinco) alunos observados, 40% consideram sua aprendizagem insatisfatória, 37% como regular, 17% declaram que sua aprendizagem é satisfatória e apenas 6% afirmam que o ensino de geometria foi plenamente satisfatório.

Em nossa pesquisa trouxemos uma abordagem para o ensino de geometria integrada com tecnologias digitais num ambiente de geometria dinâmica. Portanto gostaríamos de conhecer quais instrumentos os professores dos alunos participantes utilizavam para mediar o ensino nessa área.

**Gráfico 4:** Instrumentos comumente utilizado no ensino de Geometria



Fonte: Autores (2019).

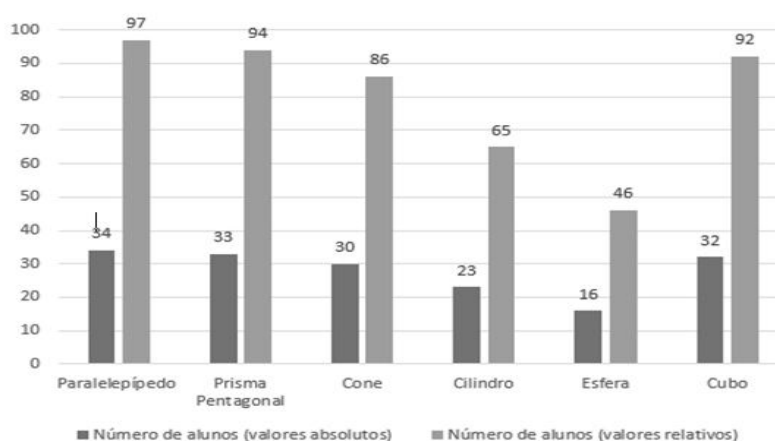
Entre os recursos mais utilizados pelos seus professores, 57% dos alunos manifestam a lousa como instrumento comumente usado para o ensino de geometria. Seguidos por 25% que apontam o relevante uso de livros e apostilas, 9% expressam o emprego de exercícios de fixação, 6% apontam para o uso de tecnologia digital e 3% revelam o uso de material manipulável.

A soma das duas maiores porcentagens exibidas 57% e 25%, revela um número expressivo de 82% dos pesquisados que manifestam uso recorrente de lousa e livros didáticos, em suas experiências no âmbito da aprendizagem de geometria. Essa situação demonstra

aspectos de um modelo tradicional de ensino, com limitações no que tange a incorporação das tecnologias digitais e novas tendências de ensino.

Na tentativa de explorar os conhecimentos prévios dos alunos no âmbito da Geometria Espacial, apresentamos um conjunto de dez figuras geométricas entre planas e espaciais, a fim de que estes, identificassem apenas as figuras espaciais. O resultado é expresso no gráfico seguinte.

**Gráfico 5:** Reconhecimento das figuras geométricas espaciais



Fonte: Autores (2019).

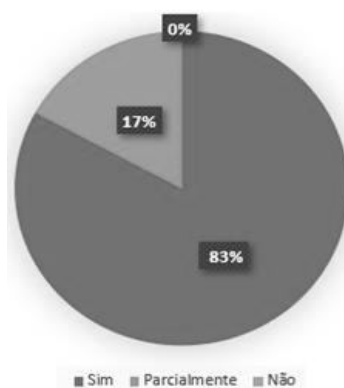
Dos 35 (trinta e cinco) alunos pesquisados, 97% reconhecem um paralelepípedo como uma figura espacial, 94% identificam um prisma pentagonal, seguidos por 92% que caracterizam um cubo, 86% distinguem um cone das figuras planas, 65% reconhecem um cilindro em suas dimensões espaciais e 46% identificam a esfera com suas forma espacial.

Notamos que embora estes alunos estejam caminhando para o término da educação básica, alguns não identificam certas figuras espaciais que se assemelham a objetos que comumente estão presentes em seu cotidiano.

Após essa etapa inicial de coleta de dados, os participantes foram orientados a explorar o aplicativo Geogebra 3D e realizar construções de prismas retos, cubos e paralelepípedos nesse ambiente de geometria dinâmica. Esse processo de investigação favoreceu a validação das propriedades estudadas, permitindo a movimentação dos objetos sob diversas vistas e planificações.

Na análise do questionário final, procuramos compreender a percepção dos alunos sobre a integração do aplicativo Geogebra 3D e, ao mesmo tempo, suas considerações sobre o método PBL.

**Gráfico 6:** Percepção sobre inserção de tecnologias a aprendizagem

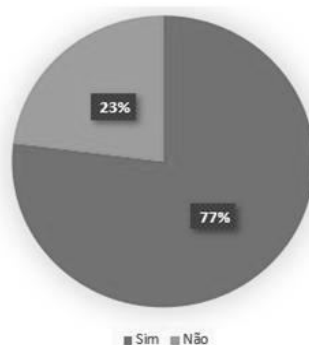


Fonte: Autores (2019).

Entre os 35 alunos entrevistados, observamos que 83% são favoráveis a inserção de tecnologias digitais nas aulas de matemática, 17% se manifestam parcialmente favoráveis e nenhum se opõe ao seu uso. Esse cenário revela a receptividade dos alunos em relação a integração das tecnologias e, ao mesmo tempo, sinaliza aceitação para novas possibilidades de ensinar e aprender.

Procuramos conhecer o ponto de vista dos alunos em relação às eventuais dificuldades encontradas no uso do aplicativo Geogebra 3D durante as atividades. Os resultados estão presentes no gráfico seguinte.

**Gráfico 7:** Eventuais dificuldades com a utilização do App Geogebra 3D

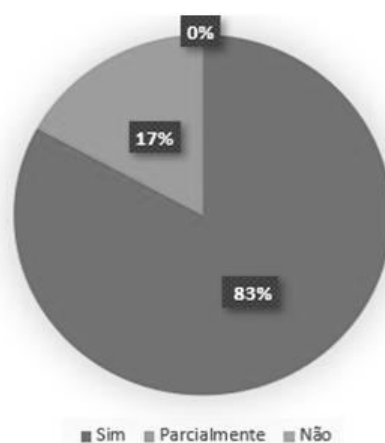


Fonte: Autores (2019)

Entre os 35 alunos pesquisados 77% manifestam ter encontrado algum problema durante a utilização do aplicativo, enquanto 23% não expressaram nenhum contratempo. As principais alegações correspondem a eventuais falhas, que vez ou outra cessavam o funcionamento do app, exigindo que os comandos fossem refeitos.

Examinamos as considerações dos alunos quanto ao aproveitamento do aplicativo Geogebra 3D, nos processos de aprendizagem em Geometria Espacial.

**Gráfico 8:** Percepção sobre do Geogebra 3D

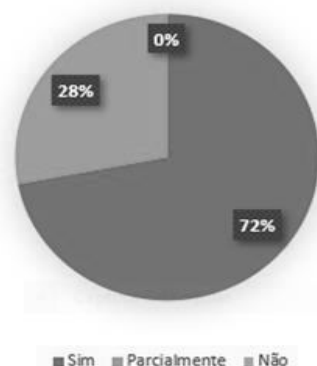


Fonte: Autores (2019).

Observamos que entre os 35 alunos pesquisados 83% consideram o aplicativo Geogebra como uma ferramenta favorável para apoiar a aprendizagem no âmbito da Geometria Espacial. No entanto, 17% o consideram parcialmente relevante e nenhum deles se opõe ao seu uso.

Esses dados revelam que a aplicabilidade deste recurso é expressa em quase sua totalidade e que o uso de ambientes de geometria dinâmica enriquecem e favorecem a construção e aquisição de conhecimento no âmbito da Geometria Espacial.



**Gráfico 9:** Percepção sobre o método PBL

Fonte: Autores (2019).

Finalizamos essa análise com a perspectiva dos alunos quanto a utilização do método PBL. Entre os 35 alunos entrevistados 72% manifestam que o método PBL contribuiu para o desenvolvimento das atividades, enquanto 28% consideram que contribuiu parcialmente. Nenhum participante recusa a utilização dessa metodologia.

Observamos que a maioria dos participantes demonstram posicionamento favorável ao uso de novas práticas de ensino, que lhes permitam experimentar possibilidades de aprendizagens diferentes e inovadoras.

A partir da experiência realizada e considerando a análise dos dados colhidos, observamos que os participantes foram apresentados a um cenário de aprendizagem com ênfase na visualização espacial, que oportunizou a sistematização de conceitos geométricos dos prismas e, ao mesmo tempo, contribuiu para o desenvolvimento de habilidades cognitivas apoiadas nas construções de objetos tridimensionais.

Além disso, a aprendizagem foi concebida com interação contínua dos alunos em pares, em grupos e com a professora mediadora, processo que oportuniza o protagonismo dos sujeitos envolvidos e contribui para a construção do conhecimento geométrico.

A inserção de tecnologias digitais num ambiente de geometria dinâmica oferecido pelo Geogebra 3D viabilizou situações de aprendizagem para o estudo dos prismas, que muitas vezes não podem ser examinadas e exploradas com uso de lápis e papel.

A abordagem dessa temática na ótica da PBL proporcionou que os estudantes vivenciassem novas dinâmicas de ensino, com ênfase no desenvolvimento de habilidades que

lhes permitiram argumentar, deduzir, conjecturar e refletir sobre o conhecimento geométrico que foi sendo desenvolvido no percurso dessa experiência .

Com base nas perspectivas abordadas, destacamos que as metodologias ativas apresentam novas alternativas aos métodos de ensino baseado na transmissão de informação e valorizam que o conhecimento seja construído no decorrer da aprendizagem.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observamos que antes do contato com as tecnologias digitais, os alunos retrataram uma concepção do ensino de geometria, estritamente relacionada a reprodução de exercícios e memorização de fórmulas. Logo após, percebemos que essa visão foi modificada.

A ampla exploração das interfaces e ferramentas do aplicativo favoreceu a abordagem dos conceitos de geometria plana e espacial de forma concomitante, bem como, a exploração da ideia de volume e a dedução de fórmulas para o cálculo das áreas das superfícies. Com isso, a aprendizagem foi facilitada.

O estudo realizado com aportes do Geogebra 3D tornou-se valioso, pois oportunizou o contato direto desses estudantes com novos recursos digitais e com abordagem diferente da que eles habitualmente conheciam. Como consequência, demonstraram um olhar especial, sobre a Matemática, em especial sobre a Geometria Espacial.

Com a vivência dessa pesquisa, acreditamos que as tecnologias digitais devem ser incorporadas aos ambientes educacionais de forma sistemática, pois favoreceu a aprendizagem da temática do nosso estudo, em múltiplos sentidos.

No entanto, cabe destacar que a simples inserção de recursos digitais não implicam na efetivação do aprendizado. Antes porém, o professor necessita aprimorar sua prática e direcionar a utilização adequada dos múltiplos recursos disponíveis, a fim de que estes favoreçam que o aluno seja agente construtor do seu conhecimento.

No decorrer dessa investigação, buscamos promover mecanismos nos quais os alunos construam conhecimento por meio da resolução de problemas e do trabalho coletivo. Quando analisamos os resultados apontados no questionário inicial e os confrontamos com a devolutiva dos alunos ao término da nossa pesquisa, observamos que eles são favoráveis ao uso de novas metodologias.

As metodologias ativas organizam um modelo de aprendizagem onde o professor orienta as discussões e situações referente ao tema de estudo e o aluno tem uma participação ativa no processo de construção do conhecimento.

Consideramos imprescindível a disseminação de práticas pedagógicas que atendam às especificidades contemporâneas dos estudantes, colocando-os como personagens centrais no processo educacional e oportunizando que a construção do conhecimento seja concebida de forma autônoma e crítica.

## REFERÊNCIAS

Bairral, M. A. **Tecnologias da Informação e comunicação na formação e educação matemática**. Rio de Janeiro: Ed da UFRRJ, 2009.

\_\_\_\_\_. As manipulações em tela compoem a dimensão corporificada da cognição matemática. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, v. 10(2), p. 104 - 111, 2017.

Brasil. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, DF, 2006. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf). Acesso em: 01. set. 2020

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Ensino Fundamental. Brasília, DF, 2017. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=79601-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&category\\_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192](http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79601-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192). Acesso em: 05. set. 2020

Berbel, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia dos estudantes. **Semina**, v. 32(1), p. 25-40, 2011.

Freire, P. **Pedagogia da Autonomia**. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

Frezatti, F. et al. **Aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma solução para a aprendizagem na área de negócios**. São Paulo: Atlas, 2018.

Gil, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002. Goldenberg, M. A arte de pesquisar: Como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. Rio de Janeiro: Record, 2004.

Jesus, A. R., Oliveira, B. J. & Oliveira, L. S. F. Uso do software Geogebra como alternativa ao ensino descritivo de engenharia. **Cadernos de Graduação**, v. 5(2), p.143-152, 2019.

Kenski, V. M. **Tecnologia e ensino presencial e a distância**. Campinas: Papirus, 2015.

Lovato, F. L. et al. Metodologias ativas de aprendizagem: uma breve revisão. **Acta Scientiae**, v. 20 (2), 2018.

Moran, J. & Bacich, L. **Metodologias ativas para uma aprendizagem profunda**. In: Moran, J. & Bacich, L. (Org.). Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

Pais, L. C. **Ensinar e aprender matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

Pereira, M. R. O. **A geometria escolar**: uma análise dos estudos sobre o abandono de seu ensino. 2001. 74 f. (Dissertação de Mestrado em Educação. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2001.

Ribeiro, L. R. C. **Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL)**: uma experiência no ensino superior. São Carlos. EdUFSCAR, 2008.

Saccol, A., Schlemmer, E. & Barbosa, J. L. V. **M-learning e U-learning**: novas perspectivas da aprendizagem móvel e ubíqua. São Paulo: Pearson, 2011.

Scalabrin, A. M. M. O. & Mussato, S. Produto educacional: geometria espacial com software Geogebra 3D. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**. v, 5(10), p. 88-106, 2019.

Valente, J. A. A sala de aula invertida e a possibilidade de ensino personalizado: uma experiência com a graduação em midiologia. Bacich & Moran (Orgs). **Metodologias ativas: para uma aprendizagem inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Penso, v.1, p. 26-44, 2018.

Valente, J.A., Almeida, M. E. B. & Geraldini, A. F. S. Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino. **Revista Diálogo Educacional**, v, 17(52), p. 455-478, 2017.

Yin, R. K. **Estudo de caso**: Planejamento e método. Trad. Cristhian Matheus Herrera. Porto Alegre: Bookman, 2015.