

REFLEXÕES TEÓRICAS SOBRE ENSINO DE FÍSICA: UMA ABORDAGEM FILOSÓFICA

CARLOS ALBERTO ANDRADE SERRA DOS SANTOS^{1, 2}, GISELE BOSSO DE FREITAS¹,
PEDRO DE FREITAS FAÇANHA FILHO²

¹Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL

²Universidade Federal do Maranhão

<carlos.santos@uemasul.edu.br>, <giselebosso@uemasul.edu.br>, <pedro.facanha@ufma.br>
10.21439/conexoes.v16i0.2406

Resumo. Este trabalho propõe uma reflexão acerca do ensino de Física, seja na educação básica ou superior, considerando a Filosofia da Ciência, na tese de Gaston Bachelard, como prática pedagógica e associando-a ao paradigma específico do professor reflexivo, proposto por Donald Schön. Trata-se de um estudo teórico-reflexivo de natureza exploratória com abordagem qualitativa, que enxerga a Física além do ensino de suas teorias e práticas experimentais. Desse modo, idealiza-se que o ensino de Física possa promover discussões acerca do funcionamento da Ciência e sua interação com as diferentes áreas do conhecimento humano, assim como suas implicações na sociedade. Para isso, considera-se então, a questão da formação de profissionais reflexivos que, no que se trata especificamente da formação de discentes de cursos de Licenciatura em Física, possam contribuir para um processo de ensino-aprendizagem mais amplo e inter-relacionado com a vida cotidiana e no que diz respeito aos estudantes do Ensino Médio, que possam compreender a contribuição da ciência para a geração de tecnologias que impactam a sociedade e perceber seu papel diante desse contexto.

Palavras-chaves: Bachelard, Filosofia da Ciência, Ensino, Professor reflexivo.

THEORETICAL REFLECTIONS ON PHYSICS TEACHING: A PHILOSOPHICAL APPROACH

Abstract. This paper presents a proposal for an approach to teaching Physics, in basic or higher education, considering the Philosophy of Science, in Gaston Bachelard's thesis, as a pedagogical practice and associating it with the specific paradigm of the reflective teacher, by Donald Schön. It is a theoretical-reflective study of an exploratory nature with a qualitative approach, which sees Physics beyond the teaching of its theories and experimental practices. In this way, the teaching of Physics, its interaction with the different areas of human knowledge, as well as its implications in society, is idealized. This, considering, then, the issue of training reflective professionals that, not specifically the training of students of Licentiate Degree in Physics, can contribute to a broader and interrelated learning teaching process with Life and in the everyday life and for high school students, who can understand the contribution of science to the generation of technologies that impact society and realize their role in this respect.

Keywords: Bachelard, Philosophy of Science, Teaching, Reflective Professor.

1 INTRODUÇÃO

O ensino contemporâneo é pautado por vários desafios e no decorrer dos últimos dois anos, ocorreram mudanças perceptíveis no estilo de ensino, assim, existe a necessidade reformular o ensino de Física tradicional

que é ofertado pelas instituições de ensino que contemplem o desenvolvimento da Física Moderna e Contemporânea (NETO et al., 2020). A memorização de conceitos e a antiga prática de recitação para ensino dos alunos devem ser revistos, atualmente existe a necessidade de aplicação de métodos de ensino modernos com

a introdução de práticas interativas e inovadoras (OLIVEIRA; ROSA, 2020). Uma reforma educacional efetiva deve oferecer subsídios diferentes no processo de ensino e aprendizagem, pelo fato dos métodos de ensino modernos não tratarem que todos os alunos estejam no mesmo nível de sua capacidade de compreensão, assim, os métodos de ensino atuais se concentram no questionamento, demonstração, explicação, métodos práticos e de colaboração e são mais baseados em atividades contrapondo-se aos métodos convencionais de ensino (MARTINS, 2016).

A Física não é abordada de maneira que a fenomenologia seja bem assimilada e a capacidade de abstração seja maximizada. Os conceitos são vistos de forma superficial, impossibilitando seu entendimento e, portanto, não atingindo o objetivo de aprendizagem significativa (MARQUES, 2021). Uma opção de modernização é aliar algumas tecnologias de informação e comunicação como vídeos, simuladores e animações com a teoria de aprendizagem significativa (YAMASHITA, 2020). Em outra perspectiva, a modernização de uma aula não significa necessariamente que o professor precise inovar constantemente, mas que é necessário atentar-se às mudanças que estão ocorrendo fora do contexto da escola e aos papéis dos agentes envolvidos no processo educacional, assim, também é importante entender que uma aula tradicional, utilizando recursos tecnológicos, continua sendo tradicional, com apenas a inserção de um livro num formato digital, não estará modernizando uma aula de Física, Química, Matemática ou qualquer outra disciplina (LIMA, 2019). Diante disso, os educadores modernos devem se concentrar em como a tecnologia pode atender aos objetivos do ensino e da aprendizagem, principalmente em uma realidade onde os professores não conseguem acompanhar as inovações tecnológicas de maneira efetiva e muitas vezes acabam incluindo os aspectos pedagógicos do envolvimento da tecnologia em segundo plano (MILNER-BOLOTIN, 2015).

O escopo do conhecimento no campo da Ciência e Tecnologia (CT) aumentou de forma considerável e está aliado ao incremento da capacidade humana de adaptação aos novos conhecimentos em Ciência e Tecnologia (PONTES, 2019). Portanto, existe a necessidade de investigação nas diversas áreas do conhecimento, mesmo que estas sejam pouco conhecidas ou até mesmo desconhecidas (PARRA; COUTINHO; PESSANO, 2019). Os alunos devem ter acesso a métodos de ensino modernos, para que possam adquirir conhecimentos suficientes, criando oportunidades para si e para os outros. Assim, os educandos devem ser ensinados de maneira a enfrentar o século 21, pois este é

impulsionado pela tecnologia e que exige cada vez mais mentes inovadoras e criativas como forma de progresso da nação, da sociedade e dos indivíduos (BELANÇON, 2017).

Nos dias atuais, existe uma necessidade crescente do fomento de professores que reflitam sobre suas práticas cotidianas no processo de ensino e aprendizagem, no intuito de adaptá-las conforme a necessidade de melhorias nesse processo, não só em benefício do professor, mas de todos os envolvidos no ambiente educacional. Dessa forma, o profissional de educação reflexivo não atuará como um simples transmissor conteudista, mas, a partir de sua interatividade com os discentes, os docentes, os agentes envolvidos nos diversos níveis de ensino seja o básico ou superior, será capaz de pensar sobre suas práticas, além de confrontar suas ações e aquilo que pensa ser como correto para sua atuação profissional e as consequências a que elas conduzem. Dessa forma, torna-se bem clara a necessidade de adequação às teorias e conceitos utilizados em sala de aula com a realidade e a necessidade dos educandos (FONTANA; FÁVERO, 2013).

A Física é uma ciência fundamental e possui implicações filosóficas profundas, além do fato de possuir a capacidade de transformação intelectual dos indivíduos, não se limitando a um campo comum de pesquisa devido a seus aspectos e epistemológicos e ontológicos. Portanto, existe a necessidade de a sociedade dar importância à Física de uma forma mais ampla (KABIL, 2015).

O conhecimento científico da Física vem de conexões com a filosofia da ciência outros campos do conhecimento e a sociedade. Assim, pode ser atrelado ao que alguns autores descrevem como duas culturas universais paralelas na civilização ocidental, cujas linguagens estão comparativamente estagnadas entre si: as ciências naturais (ROSA, 2008; MOREIRA, 2021) incluindo as sociais e ciências humanas, em geral, filosofia. As ciências naturais utilizam métodos científicos que se caracterizam pela experimentação e, em alguns casos, por conjecturas matemáticas, embora esta última seja plenamente realizada apenas nas ciências físicas (MOREIRA, 2021). Outras ciências naturais são embasadas na utilização de modelos ou aparatos matemáticos para coletar e analisar dados, porém, nem todas as teorias são matemáticas (ROSA, 2008; KABIL, 2015). As ciências humanas, por sua vez, utilizam uma linguagem discursiva, ora baseada na lógica formal ou *lógica fuzzy*, típica da linguagem natural, mobilizando assim múltiplos métodos que vão desde a hermenêutica até o próprio método científico e a matemática (PARRA; COUTINHO; PESSANO, 2019).

O ensino de Física tem como escopo a possibilidade de não se limitar a discutir conceitos científicos na sala de aula, mas também, a promoção de reflexões sobre o funcionamento da Ciência e sua interação com diferentes áreas do conhecimento humano (PIGOZZO; LIMA; NASCIMENTO, 2019). Assim, faz-se necessário a inserção de discussões sobre as relações entre a Sociedade, Tecnologia e Ciência, interconectando com a Natureza da Ciência e a História e Filosofia da Ciência desde o ensino básico até o superior (PIGOZZO; LIMA; NASCIMENTO, 2019), com o intuito de fomentar aos estudantes de todos os níveis de ensino um olhar profundo e complexo sobre o papel social da Ciência e seu funcionamento (CASSIANI; LINSINGEN; GIRALDI, 2011). Diante do exposto, o trabalho docente é peça fundamental para a compreensão das transformações atuais da sociedade e que esta tem implicações diretas na formação do cidadão, assim, as transformações sociais podem ser oriundas do ensino, pelo fato de vivemos em uma cultura de aprendizagem constante (GARCIA; POZO, 2017).

Este trabalho aborda de forma teórica e reflexiva a Filosofia da Ciência como ferramenta para a discussão da necessidade da importância do ensino e aprendizagem na disciplina de Física em qualquer nível educacional para a formação de profissionais reflexivos que possam contribuir para a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade.

2 METODOLOGIA

Trata-se de estudo teórico-reflexivo de natureza exploratória com abordagem qualitativa, baseado na literatura e na percepção dos autores (PEREIRA et al., 2018), buscando a discutir a importância do ensino de Física as implicações com uma abordagem à luz da Filosofia da Ciência. A investigação reflexiva foi apresentada como uma técnica metodológica de pesquisa empírica (TROUCHE; GUEUDET; PEPIN, 2020) que possui as principais características, a reflexão do professor ou profissional de ensino sobre seu trabalho e seu envolvimento no processo de ensino e aprendizagem (DI-ESEL; MARCHESAN; MARTINS, 2016). A pesquisa exploratória possibilita aos pesquisadores encontrarem soluções para problemas sobre temas ainda pouco conhecidos e/ou pouco pesquisados, além de poder ser utilizada em combinação com outros métodos como pesquisa bibliográfica e estudo de caso gerando qualitativos ou quantitativos para obter uma conclusão final e permitir uma melhor compreensão do assunto (MARTELLI et al., 2020). A abordagem qualitativa, no que diz respeito a exercício de pesquisa, não se comporta como uma proposta estruturada de forma rígida, assim

permitindo, que a imaginação e a criatividade dos investigadores levem a proposição trabalhos que possam explorar enfoques novos (JUNIOR et al., 2021).

O estudo foi dividido em três etapas. A primeira foi a investigação da literatura pertinente ao tema, a segunda foi a análise teórica e reflexiva sobre o ensino de Física e os métodos aplicados e a terceira foi a fundamentação na tese de Gaston Bachelard, como prática pedagógica e associando-a ao paradigma específico do professor reflexivo, proposto por Donald Schön. Assim este estudo ressaltou aspectos referentes aos temas: Ensino Moderno; O Professor Reflexivo; Por Que Ensinar Física?; Filosofia da Ciência; A Importância da Filosofia da Ciência para o Ensino de Física e o Desenvolvimento da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade.

3 ENSINO MODERNO

A difusão da educação é uma necessidade inerente ao desenvolvimento do ser humano, pois cria uma sociedade alfabetizada e no processo de educar a sociedade, a motivação e as instruções são importantes, assim, os professores e educadores de forma geral, são responsáveis pela motivação dos alunos (HONORATO; MARCELINO, 2020). A taxa de alfabetização será nivelada ao fornecer educação para a maior parte da sociedade, diante disso, a possibilidade de desenvolvimento desta sociedade será maximizada (CORDEIRO; CARNEIRO et al., 2017).

A educação tem evoluído bastante no decorrer dos anos, anteriormente, os professores eram os únicos com a capacidade de criar uma ponte interativa entre a educação e os alunos. No entanto, a educação moderna contempla um cenário que incentiva os alunos a estudar profundamente para satisfazer sua curiosidade (HOLUBOVÁ, 2010). Nos últimos anos, surgiram diferentes métodos de ensino e a introdução da tecnologia, juntamente com formas inovadoras de ensinar, trouxeram uma revolução no setor educacional (HOLUBOVÁ, 2010; GIORGDZE; DGEBUADZE, 2017). Portanto, a utilização de métodos de ensino modernos são a única maneira de atender às exigências dos tempos modernos (BORGES; ALENCAR, 2014).

A utilização de métodos inovadores de ensino e de tecnologia educacional são requisitos à modernização das instituições de ensino básico em todo o mundo no processo de ensino e aprendizagem (BORISOVA et al., 2016). Assim, faz-se necessária a aplicação de uma abordagem baseada em competências com a utilização de métodos interativos no processo de ensino, a partir disso, os alunos atuais exigem novas técnicas e métodos para adquirir conhecimento que os especialize não apenas no estudo teórico, mas que lhes garanta forne-

cer conhecimentos práticos, aprimorando suas habilidades e tornando-os capazes de enfrentar qualquer tipo de desafio pelo fato de deve ser baseado em atividades centrando a mente dos alunos, além de envolvê-los inteiramente no processo de aprendizagem (GIORGIDZE; DGEBUADZE, 2017).

O planejamento curricular e o ensino devem feitos centrando o aluno como alvo principal, onde estes alunos devem participar de forma ativa em todo o processo de construção de seus conhecimentos aprimorando suas habilidades, sendo aplicada uma abordagem construtivista (MORTIMER, 1996; COSTA, 2021). Por outro lado, professor poderá conduzir e orientar para os educandos se concentrem nos objetivos da disciplina, podendo ser feito através do envolvimento em atividades e da adoção de métodos de ensino modernos e inovadores. Diante do exposto, a nova demanda de ensino traz a necessidade de que os alunos possam utilizar métodos de ensino contemporâneos que ajudarão a reduzir a competição entre os eles, além da promover a cooperação e dinamizar o ambiente de estudo culminando em um maior desenvolvimento social para todos (SOUSA et al., 2018).

4 O PROFESSOR REFLEXIVO

Da forma como o ensino se apresenta atualmente, é importante suscitar questões acerca da prática docente, neste texto a ideia é associar a Filosofia da Ciência, na tese de Gaston Bachelard (1996), como prática pedagógica ao paradigma específico do professor reflexivo, proposto por Donald (SCHÖN, 1995).

Basicamente, a ideia na tese proposta por Schön (1995), diz que um profissional utiliza seus conhecimentos em sua prática de trabalho de maneira distinta àquela que é estudada na teoria ou em laboratório, sendo construída à medida que é desenvolvida, ou seja, é na própria ação que o profissional se desenvolve. Nesse sentido, cada situação vivida por um profissional é específica, indeterminada e complexa, dependendo de uma série de fatores associados à prática profissional em si, tais como a localização da instituição de ensino, o nível de ensino, por exemplo. Essa vivência, associada às competências profissionais, exige uma reflexão sobre a ação (*problem setting*). Schön, então, propôs sua tese baseado em outros epistemólogos, Leon Tolstói, John Dewey, Alfred Schutz, Lev Vigotsky, Kurt Lewin, Jean Piaget, Ludwig Wittgenstein e David Hawkins, onde Schön onde a abordagem de suas ideias não traziam algo de muito novo por serem correlacionadas uma certa tradição do pensamento epistemológico e pedagógico (SCHÖN, 1995).

Mais especificamente, Schön resgatou os pressu-

postos de Dewey (1959), sobre considerar a reflexão como um processo mental consciente que passa pelas etapas de dúvida e de investigação, respectivamente e sobre a necessidade de incluir na formação de professores a reflexão das ações da prática docente. Nesse sentido, (SCHÖN, 1995) considera que, a sequência com que os conteúdos são habitualmente trabalhados no ensino atual - princípios científicos relevantes, aplicação desses princípios e aplicação ao cotidiano – é um dos maiores entraves para a formação do professor reflexivo, uma vez que o processo de pensamento reflexivo perpassa pela reflexão-na-ação e na reflexão sobre a reflexão-na-ação. Essas práticas constituem o que Schön denomina de *practicum reflexivo* pois, na reflexão-na-ação ocorre a relação interpessoal entre aluno e professor, de forma que este utiliza da interação com o aluno para entender o processo de ensino-aprendizagem e propor formas de articulá-lo satisfatoriamente. Já a reflexão sobre a reflexão-na-ação, é a interpretação da forma como o processo de ensino-aprendizagem ocorreu.

Sendo assim, o professor reflexivo baseia-se em ações que entendam a atuação docente como uma ação que relaciona e modifica a teoria e a prática, de forma a interpretar as especificidades, as complexidades e as sutilezas que envolvem o processo de ensino-aprendizagem e utilizá-las em intervenções que promovam um processo com desempenho aprimorado.

A ideia de Gaston Bachelard (1996) sobre os obstáculos epistemológicos, cuja superação conduz ao desenvolvimento da ciência, faz parte do cotidiano do cientista e de sua formação, perpassa por uma observação básica (concreta), seguida de analogias, metáforas e atribuição de qualidade aos fenômenos (concreta-abstrata) e finaliza com o uso de generalizações (abstrata). Desse modo, sempre que pesquisa/estuda-se um fenômeno, passa-se pelas fases concreta, concreta-abstrata e abstrata, cuja ideias residem na interface entre teoria e prática.

A atuação do professor reflexivo numa disciplina como a Física, pode ser interpretada associando as ideias de Bachelard e Schön, uma vez que o primeiro associa ao pensamento científico o ato de colocar-se na fronteira entre a teoria e a prática, ou seja, entre a matemática (linguagem) e a experiência (fenômeno) e o segundo, propõe a reflexão no ato de confrontar situações-problema para encontrar soluções mais adequadas. A inter-relação entre o fenômeno físico e a maneira de descrevê-lo e interpretá-lo conduz às soluções para um determinado problema que descreve um sistema físico. É, portanto, a reflexão-na-ação e a reflexão sobre a reflexão-na-ação que contribui para o desenvol-

vimento do processo de ensino-aprendizagem e de atuação profissional.

É importante destacar que a Física reside na interface entre a teoria e a prática e a resolução de situações-problema é inerente ao perfil do profissional da Física (BRASIL, 2018), portanto faz parte da sua formação, o que corrobora com as ideias de Schön (1995), no que diz respeito à reflexão na atuação profissional e dos obstáculos epistemológicos de Bachelard (1996).

5 POR QUE ENSINAR FÍSICA?

Ensinar Física não pode limitar-se a escrita fórmulas e conceitos em um quadro, deve auxiliar os alunos a despertar uma nova visão para enfrentar as situações cotidianas e ampliar sua visão de mundo em uma nova perspectiva (MOREIRA, 2000; RICARDO, 2010; MOREIRA, 2017). Assim, deve envolver a criação de um ambiente de aprendizagem onde os alunos serão capazes de entender e explorar o funcionamento do mundo físico funciona e conectar conceitos científicos complexos aumentando a confiança dos educandos (MOREIRA, 2021).

Os alunos que se destacam nas disciplinas de Matemática e Ciências são regularmente incentivados a seguir carreiras em ciências e engenharia (PEREIRA, 2020). Mas e as carreiras no ensino de Ciências, particularmente no ensino de Física? O ensino da Física, requer criatividade, pensamento e uma compreensão que não se limite apenas a Física, mas também em outras áreas tais como e Filosofia, Psicologia, cognição e comunicação (MOREIRA, 2021).

A opção pela licenciatura em Física não deve ser encarada como uma carreira alternativa para aqueles que não podem ser Físicos ou Engenheiros e sim pelo início da construção de uma identidade docente, pelo fato de ser um caminho a ser trilhado por mentes criativas, com intelecto expansivo e que apreciam desafios multifacetados e que querem fazer a diferença e de forma tangível dentro da sociedade (FERREIRA; GUERRA, 2020).

Um foco em uma compreensão conceitual da Física é importante em todos os níveis de ensino, é perceptível que os alunos chegam aos cursos de Física do primeiro ano com uma série de equívocos sobre conceitos de movimento, forças e energias que são tipicamente mal compreendidos (MOREIRA, 2021). Assim, faz-se necessário primeiramente compreender os conceitos, pois estes subsidiarão a resolução de problemas permitindo assim a inserção de conceitos mais avançados posteriormente (FERREIRA; GUERRA, 2020). Para os alunos dos últimos anos, a compreensão conceitual é absolutamente crítica, não devendo ficar presos nas etapas

individuais de um problema maior e perder o foco no conceito geral. Assim os alunos precisam de habilidades práticas, tanto para o trabalho do curso quanto para suas eventuais carreiras (seja em Física ou não) (MOREIRA, 2021).

A capacidade de pesquisar além do que é dado nas aulas, escrever de forma clara e concisa sobre assuntos científicos, apresentar conceitos não tão simples aos seus pares com clareza, aplicar técnicas matemáticas avançadas para resolver problemas e obter uma compreensão mais profunda e a capacidade de usar números e técnicas computacionais para resolver problemas de outra forma insolúveis (BARBOSA; BATISTA, 2018). Essas habilidades são obviamente necessárias para um Físico, mas, além disso, são importantes em qualquer profissão científica e se traduzem muito bem em outras áreas do conhecimento (FERREIRA; GUERRA, 2020).

6 A FILOSOFIA DA CIÊNCIA

O campo da Filosofia da Ciência abrange estudo que busca a compreensão e o aprimoramento dos métodos e dos processos de validação científica, tanto de forma geral, quanto em seus ramos particulares e a discussão científica das questões da filosofia para as quais o conteúdo das teorias científicas e seus métodos são relevantes (ILHA; ADAIME, 2020).

Uma definição inicial identifica os métodos de análise filosófica que são aplicados a uma compreensão da própria ciência que equivalem a uma insistência na declaração clara de ideias e reivindicações e que sejam apoiadas por argumentos convincentes (BUNGE, 2017). Uma continuidade na definição pode refletir o fato de que a filosofia não é um campo isolado, onde, suas discussões tradicionais, tais como, a natureza do espaço, do tempo e da matéria, a vida, a mente, a experiência e assim por diante, possivelmente podem se sobrepôr às preocupações das ciências. De fato, espera-se que o conhecimento dessas ciências tenha utilidade para buscar a resolução de problemas tradicionais (BUNGE, 2017).

A definição supracitada pode estar em alinhamento com outra divisão da Filosofia da Ciência baseada no tratamento de questões comuns a todas as Ciências, a chamada "filosofia geral da ciência", possuindo ênfase na estrutura das teorias, na natureza do experimento, na indução e confirmação, explicação, no realismo científico e na mudança científica (DAMASIO; PEDUZZI, 2017). Em outra visão podemos a análise de problemas peculiares às ciências individuais, onde podemos destacar a "filosofia da física", "filosofia da biologia", "filosofia da ciência cognitiva" e assim por diante (CARVALHO; ROSA, 2021).

A Revolução Científica e a mecânica newtoniana tiveram um grande impacto filosófico. Francis Bacon propôs o empirismo pragmático antes mesmo da mecânica newtoniana, no século XVI, mas simples se comparado ao empirismo britânico (MORAES; BARROSO; ROSA, 2020). Nesse período, diferentemente do empirismo, houve outra influência da mecânica na filosofia: além de Galileu e Newton, também o racionalismo de Leibniz e Descartes, os fundadores da mecânica (CARVALHO; ROSA, 2021).

Bertrand Russell classifica a filosofia como uma ciência de resíduos devendo fornecer para qualquer um saber racional, visto que a primeira forma de aplicação da filosofia foi no desenvolvimento de pensamento crítico, assim fazendo que não se tenha um padrão de razão, de forma a de dar espaço a várias maneiras de pensamento na sociedade, onde a filosofia, embora tenha contribuído para todo conhecimento racional no início do pensamento ocidental, foi reduzida a fornecer uma base metódica e lógica para todo conhecimento que se afirmou racional após a revolução científica moderna (OTTE; BARROS, 2018). Assim, o conhecimento filosófico possivelmente tornou-se um consolo lógico para que os cientistas busquem estabelecer suas próprias teorias, sem comprometer as leis que possivelmente deixariam suas obras sem a devida fundamentação necessária (CARVALHO; ROSA, 2021).

7 A IMPORTANCIA DA FILOSOFIA DA CIÊNCIA PARA O ENSINO DE FÍSICA E O DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA, DA TECNOLOGIA E DA SOCIEDADE

A Física, assim como qualquer ciência, é construída por cientistas, seres humanos que estão inseridos em uma sociedade, num determinado contexto e tempo. Martins (2006) fala que a ciência não se desenvolve em uma torre de cristal (no sentido de ser algo isolado), mas em um ambiente social, econômico, cultural e material definido, “sofrendo, portanto, influências que direcionam o quê, como e quando algo será pesquisado e desenvolvido. Um exemplo recente, o qual ainda está sendo vivenciado, é o da pandemia da Covid-19 causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, que dadas as características e urgência do problema, todos os esforços das ciências em geral foram investidos para que fosse possível controlá-la, minimizando casos graves, sequelas e mortes.

Reflexões a respeito da ciência são fundamentais para contextualizar e mostrar como e porque a ciência funciona e é confiável (apesar de falível) e assim transparecer sua real contribuição para a vida contemporânea e receber apoio da sociedade e interesse dos jovens,

como coloca Bachelard (1996),

(...) a educação científica elementar costuma, em nossa época, interpor entre a Natureza e o observador livros muito corretos, muito bem apresentados. Os livros de física, que há meio século são cuidadosamente copiados uns dos outros, fornecem aos alunos uma ciência socializada, imóvel, que, graças à estranha persistência do programa dos exames universitários, chega a passar como natural; mas não é; já não é natural. Já não é a ciência da rua e do campo. É uma ciência elaborada num mau laboratório, mas, que traz assim mesmo a feliz marca desse laboratório (BACHELARD, 1996, p. 30).

No caso da Física, que está escrita em linguagem matemática, estruturada em conceitos, princípios e leis com consistência lógica e empírica (BATISTA, 2004), as discussões sobre conceitos acabam não sendo exploradas, o que pode causar mau entendimento e confusões,

Os alunos no ensino superior, por exemplo, reproduzem fielmente a Lei da Inércia e demonstram impaciência quando aprofundamos uma explicação apresentando várias maneiras de esclarecê-la. Dessa forma, muitas vezes eles, implicitamente, nos convencem da redundância de tal empreendimento. No entanto, esses mesmos alunos nos surpreendem com erros conceituais em exercícios ou discussões que envolvam tal lei. Um exemplo disso é a hesitação que encontramos nos alunos, em nossa prática em sala de aula, quando fazemos uma pergunta célebre dos pensadores peripatéticos a respeito do movimento de rotação da Terra: – se a Terra gira em torno do seu eixo, por que quando soltamos uma pedra de cima de uma torre, essa pedra cai ao pé dessa torre e não para trás dela? (BATISTA, 2004, p. 462).

Nesse sentido, é perceptível a importância de se refletir sobre a natureza da ciência, aprofundar, esclarecer e interpretar profundamente os conceitos, princípios e leis. Entendendo por que e como escreve-se uma determinada relação matemática para representar uma lei (como a segunda lei de Newton, por exemplo).

Conhecendo claramente uma lei ou conceito físico, torna-se natural sua relação com o cotidiano e a contribuição para gerar tecnologias que impactam a sociedade. O fato de que o século XX foi dependente da ciência, dificilmente precisa ser provado. A ciência avançada, ou seja, o conhecimento que não pode ser adquirido através da experiência cotidiana, praticado ou mesmo compreendido sem anos de treinamento e culminado em estudos esotéricos posteriores, teve apenas um escopo prático relativamente estreito até o final do século XIX. Em suma, a tecnologia baseada na ciência já estava no cerne do mundo centrado na burguesia do século XIX, embora as pessoas práticas não soubessem exatamente o que fazer com as conquistas da teoria científica, exceto nos casos certos. em ideologias: como fizeram com Newton no século XVIII e Darwin

no final do século XIX. Apesar disso, grandes áreas da vida humana continuaram a ser amplamente governadas pela experiência, experimentação, habilidade, bom senso educado e, na melhor das hipóteses, a disseminação sistemática do conhecimento das melhores práticas e técnicas existentes. Isso ficou evidente na agricultura, construção e medicina e em muitas atividades que forneciam às pessoas suas necessidades e luxos (HOBBS-BAWM, 1995).

A vida contemporânea está repleta de tecnologias diretamente relacionadas com conceitos e leis físicas e desde o século XX está marcado por essa influência, de forma que desde a alimentação à comunicação necessitam de tecnologias essencialmente advindas das contribuições dos conceitos e das leis da Física. Um exemplo bastante interessante que pode ser citado como exemplo é o caso dos raios-x, identificados quase que por acaso, por Wilhelm C. Röntgen, quando estudava radiação catódica, sendo laureado com o primeiro prêmio Nobel de Física da história (THE NOBEL PRIZE IN PHYSICS, 1901), rapidamente foi transformado em um equipamento para ser utilizado em medicina, para identificar e auxiliar no tratamento de fraturas ósseas, evitando mutilações desnecessárias. No que se seguiu, com os desdobramentos tanto nas pesquisas em Física, quanto em outras áreas, como na Engenharia, foi possível desenvolver tecnologias para a construção de equipamentos para a produção de raios-x cada vez mais seguros e eficientes (LIMA; AFONSO; PIMENTEL, 2009), inclusive levando ao desenvolvimento da tomografia computadorizada. Atualmente, os raios-x estão presentes no tratamento de câncer (INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER, 2021), na determinação da estrutura de moléculas (KABSCH, 2010), que podem ser utilizadas para o desenvolvimento de fármacos, cosméticos e materiais (SILVA, 2020), além da observação de pinturas, cerâmicas e demais objetos arqueológicos (IKEOKA et al., 2018) para a determinação de idade, por exemplo. Assim, a difração de raios-x é poderosa técnica de caracterização utilizada em várias áreas (FLECK; PETROSYAN, 2014).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Física foi inserida em um paradigma geral de enorme alcance e persistência na história moderna e como visão de mundo dominante na modernidade, ao mesmo tempo em que a reflete dialeticamente com base na filosofia da ciência. Através do determinismo de Newton, ela teve um papel de destaque na revolução científica e na modernidade em nome da ciência como um todo por causa de sua prioridade histórica e, portanto, é crítica e instrumental para outras ciências e técnicas que

utilizam o status de métodos experimentais e matemáticos, resumidos como o método científico.

Diante do exposto faz-se necessário que o ensino de Física seja alvo de pesquisas estudos cada vez mais profundos, destacando o papel do profissional docente reflexivo frente a situações novas que possam extrapolar a rotina e estes professores possam criar, construir novas soluções, novos caminhos, por meio de um processo de reflexão na ação tendo como um alicerce de sustentação a filosofia da ciência e destacando seu papel e para evolução do ser humano de forma plena para o desenvolvimento da ciência, da tecnologia e da sociedade. As dificuldades existentes no processo de ensino-aprendizagem são atemporais e podemos destacar a oferta de um ensino contemporâneo, práticas inclusivas de pessoas com necessidades especiais no ensino regular em todos os níveis, a necessidade da formação continuada, melhoria quantitativa e qualitativa nos quadros para a pesquisa e para o magistério superior. Portanto faz-se necessário a prestação de um bom serviço educacional como ferramenta emancipadora.

Assim, propõe-se o desenvolvimento de novos estudos sobre a presença de didáticas inovadoras na formação inicial de estudantes e professores de Física e a importância da filosofia da ciência como prática reflexiva, aliada a metodologias ativas e/ou inovadoras que sejam atrativas tanto aos discentes como aos docentes, que sejam simples de aplicar e que não exijam muitos investimentos estruturais para que possam chegar concomitantemente nas escolas públicas e privadas. Além disso, é preciso refletir sobre a necessidade de uma atualização no ensino de física, que aborda essencialmente os mesmos temas e a mesma forma de desenvolver o processo de ensino-aprendizagem, desde a metade do século passado até dias atuais, muitas vezes negligenciando temas mais contemporâneos que estão presentes no cotidiano dos estudantes, devido aos avanços tecnológicos disponíveis para a comodidade da sociedade atual.

Esta pesquisa tem como perspectiva futura ser adaptada e aplicada no cotidiano em sala nas aulas de Física tanto no ensino básico como no superior na forma de ferramenta metodológica para fomentar a importância da discussão e senso crítico sobre o tema abordado para discentes, docentes e demais envolvidos de forma direta ou indireta no processo de ensino-aprendizagem, além da possibilidade de estender para outras disciplinas, não limitando-se apenas a Física.

Entendemos que discussões e reflexões acerca da práxis docente são importantes para proporcionar um ensino contextualizado e uma aprendizagem significativa. Dessa forma, esperamos que este texto possa fo-

mentar tais discussões e com isso proporcionar condições para que a comunidade educacional repense suas ações e as condições do ensino no país.

REFERÊNCIAS

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**. 1. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. v. 1938.

BARBOSA, R. G.; BATISTA, I. d. L. Vygotsky: Um referencial para analisar a aprendizagem e a criatividade no ensino da física. **Revista Brasileira de pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 1, p. 49–67, 2018.

BATISTA, I. d. L. O ensino de teorias físicas mediante uma estrutura histórico-filosófica. **Ciência & Educação (Bauru)**, SciELO Brasil, v. 10, n. 1, p. 461–476, 2004.

BELANÇON, M. P. O ensino de física contextualizado ao século XXI. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 39, n. 4, p. 1, 2017.

BORGES, T. S.; ALENCAR, G. Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. **Cairu em revista**, Salvador, v. 3, n. 4, p. 119–143, 2014.

BORISOVA, O. V.; VASBIEVA, D. G.; MALYKH, N. I.; VASNEV, S. A.; BÍROVÁ, J. Problem of using innovative teaching methods for distance learning students. **International Electronic Journal of Mathematics Education**, Modestum Publishing LTD, v. 11, n. 5, p. 1175–1184, 2016.

BRASIL. **Lei nº 13.690, de 10 de julho de 2018. Dispõe sobre o exercício da profissão de físico e dá outras providências**. Brasília: Presidência da República, Secretaria Geral, Subchefia para Assuntos Jurídicos, 2018.

BUNGE, M. **Philosophy of science: from problem to theory**. [S.l.]: Routledge, 2017.

CARVALHO, N. J. V. de; ROSA, L. P. Roger Penrose e o limiar da ciência. **Intertrans: Revista científica**, v. 1, n. 1, p. 12–12, 2021.

CASSIANI, S.; LINSINGEN, I. v.; GIRALDI, P. M. Histórias de leituras: produzindo sentidos sobre ciência e tecnologia. **Pro-Posições**, SciELO Brasil, v. 22, n. 1, p. 59–70, 2011.

CORDEIRO, G. N.; CARNEIRO, T. M. S. et al. Métodos de avaliação no processo ensino aprendizagem numa escola do interior do nordeste. **Diálogos Interdisciplinares**, v. 6, n. 1, p. 68–85, 2017.

COSTA, N. G. da S. Abordagem construtivista: sujeitos e estratégias de aprendizagem. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 6, p. 57712–57721, 2021.

DAMASIO, F.; PEDUZZI, L. O. História e filosofia da ciência na educação científica: para quê? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, SciELO Brasil, v. 19, n. 1, p. 1, 2017.

DEWEY, J. **Como pensamos**. 3. ed. São Paulo: Editora Nacional, 1959.

DIESEL, A.; MARCHESAN, M. R.; MARTINS, S. N. Metodologias ativas de ensino na sala de aula: um olhar de docentes da educação profissional técnica de nível médio. **Revista Signos**, v. 37, n. 1, p. 1, 2016.

FERREIRA, Á. de C.; GUERRA, A. A construção da identidade docente de licenciados em física e matemática: relatos sobre o processo formativo. **Revista de Estudos em Educação e Diversidade-REED**, v. 1, n. 1, p. 83–96, 2020.

FLECK, M.; PETROSYAN, A. M. **Salts of amino acids: crystallization, structure and properties**. Dordrecht, Netherlands: Springer, 2014.

FONTANA, M. J.; FÁVERO, A. A. Professor reflexivo: uma integração entre teoria e prática. **Revista de Educação do IDEAU**, v. 8, n. 17, p. 1, 2013.

GARCIA, I. K.; POZO, J. I. Concepções de professores de física sobre ensino-aprendizagem e seu processo de formação: Um estudo de caso. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 2, p. 1, 2017.

GIORGIDZE, M.; DGEBUADZE, M. Interactive teaching methods: challenges and perspectives. **International E-Journal of Advances in Education**, v. 3, n. 9, p. 544–548, 2017.

HOBSBAWM, E. **Era dos extremos: o breve século XX**. Editora Companhia das Letras, 1995.

HOLUBOVÁ, R. Improving the quality of teaching by modern teaching methods. **Problems of Education in the 21st Century**, Scientia Socialis Ltd., v. 25, n. 1, p. 58, 2010.

- HONORATO, H. G.; MARCELINO, A. A arte de ensinar e a pandemia covid-19: a visão dos professores. **REDE: Diálogos da Educação**, v. 1, n. 1, p. 208–20, 2020.
- IKEOKA, R. A.; APPOLONI, C. R.; RIZZUTTO, M. A.; BANDEIRA, A. M. Computed radiography, pixe and xrf analysis of pre-colonial pottery from maranhão, brazil. **Microchemical Journal**, Elsevier, v. 138, n. 1, p. 384–389, 2018.
- ILHA, G. C.; ADAIME, M. B. História e filosofia da ciência no ensino de química: o que está em circulação? **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, p. e26911568–e26911568, 2020.
- INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER. **Tratamento do Câncer. Radioterapia. Rio de Janeiro**. 2021. Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/tratamento/radioterapia>>. Acesso em: 28 abr. 2022.
- JUNIOR, E. B. L.; OLIVEIRA, G. S. de; SANTOS, A. C. O. dos; SCHNEKENBERG, G. F. Análise documental como percurso metodológico na pesquisa qualitativa. **Cadernos da FUCAMP**, v. 20, n. 44, p. 1, 2021.
- KABIL, O. Philosophy in physics education. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, Elsevier, v. 197, n. 1, p. 675–679, 2015.
- KABSCH, W. xds. **Acta Crystallographica Section D: Biological Crystallography**, International Union of Crystallography, v. 66, n. 2, p. 125–132, 2010.
- LIMA, M. C. de. Tecnologias de informação e comunicação no ensino superior: ruptura com o modelo tradicional de ensino ou fetichismo tecnológico? **Em Aberto**, v. 32, n. 106, p. 1, 2019.
- LIMA, R. d. S.; AFONSO, J. C.; PIMENTEL, L. C. F. Raios-x: fascinação, medo e ciência. **Química nova**, SciELO Brasil, v. 32, n. 1, p. 263–270, 2009.
- MARQUES, A. A. C. **A utilização de um simulador como ferramenta pedagógica para facilitar o ensino da Difração no Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado Nacional Profissionais em Ensino de Física) — Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2021.
- MARTELLI, A.; FILHO, A. J. de O.; GUILHERME, C. D.; DOURADO, F. F. M.; SAMUDIO, E. M. M. Análise de metodologias para execução de pesquisas tecnológicas. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 2, p. 468–477, 2020.
- MARTINS, B. Artigo de revisão: os fundamentos da aprendizagem baseada em design: uma estratégia multidimensional apropriada à abordagem de problemas do mundo contemporâneo. **Revista Carioca De Ciência, Tecnologia E Educação**, v. 1, n. 1, p. 1, 2016.
- MARTINS, R. Introdução: A história das ciências e seus usos na educação [introduction: history of the sciences and its use in education]. **Estudos de história e filosofia das ciências: Subsídios para aplicação no ensino [Studies on history and philosophy of sciences: Contributions to teaching applications]**, Editora Livraria da Física São Paulo, Brazil, v. 1, n. 1, p. xvii–xxx, 2006.
- MILNER-BOLOTIN, M. Technology-enhanced teacher education for 21st century: Challenges and possibilities. **Emerging technologies for STEAM education**, Springer, v. 1, n. 1, p. 137–156, 2015.
- MORAES, E. L. de S.; BARROSO, F. F.; ROSA, L. P. Newton e leibniz: uma proposta de abordagem histórica sobre a origem do cálculo no ensino superior. **Revista Scientiarum Historia**, v. 2, n. 1, p. 10–10, 2020.
- MOREIRA, M. A. Ensino de física no brasil: retrospectiva e perspectivas. **Revista brasileira de ensino de física. São Paulo.**, v. 22, n. 1, p. 94–99, 2000.
- MOREIRA, M. A. Grandes desafios para o ensino da física na educação contemporânea. **Revista do Professor de Física**, v. 1, n. 1, p. 1–13, 2017.
- MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, SciELO Brasil, v. 43, n. 1, p. 1, 2021.
- MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos. **Investigações em ensino de ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 20–39, 1996.
- NETO, J. A. S.; ANDERSON, P. R.; JUNIOR, M. J. S.; STEIN, C. R.; SILVA, A. R. de O. Proposta de modelos para o ensino de física de partículas elementares na educação básica. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 43242–43257, 2020.
- OLIVEIRA, A. F. de; ROSA, D. E. G. Um olhar para a prática pedagógica de professores que ensinam estatística: por uma formação crítica e contextualizada. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, v. 13, n. 3, p. 267–276, 2020.

- OTTE, M. F.; BARROS, L. G. X. D. Philosophy, mathematics and education. **Revista de História da Educação Matemática**, Taylor & Francis, v. 4, n. 1, p. 1, 2018.
- PARRA, M. R.; COUTINHO, R. X.; PESSANO, E. F. C. Um breve olhar sobre a cienciometria: origem, evolução, tendências e sua contribuição para o ensino de ciências. **Revista Contexto & Educação**, v. 34, n. 107, p. 126–141, 2019.
- PEREIRA, A. S.; SHITSUKA, D. M.; PARREIRA, F. J.; SHITSUKA, R. **Metodologia da pesquisa científica**. Santa Maria: UFSM, 2018.
- PEREIRA, M. A. S. **Ciência. Clube de Autores**. 2020.
- PIGOZZO, D.; LIMA, N. W.; NASCIMENTO, M. M. A filosofia sistêmica de fritjof capra: Um olhar ecológico para a física e para o ensino de física. **Caderno brasileiro de ensino de física. Florianópolis**, v. 36, n. 3, p. 704–734, 2019.
- PONTES, E. A. S. Os quatro pilares educacionais no processo de ensino e aprendizagem de matemática. **Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología**, SciELO Argentina, v. 1, n. 24, p. 15–22, 2019.
- RICARDO, E. C. Problematização e contextualização no ensino de física. **Ensino de Física. São Paulo: Cengage Learning**, v. 1, n. 1, p. 29–48, 2010.
- ROSA, L. P. **Tecnociências e humanidades: novos paradigmas, velhas questões**. Editora Paz e Terra. 2008.
- SCHÖN, D. **Formar professores como profissionais reflexivos**. 1995. 77–91 p.
- SILVA, R. F. da. A difração de raios x: uma técnica de investigação da estrutura cristalina de materiais. **Revista Processos Químicos**, v. 14, n. 27, p. 73–82, 2020.
- SOUSA, F. T. R.; FILHO, F. M. F. M.; NASCIMENTO, A. S.; COUTO, M. R. L. de; JÚNIOR, F. L. d. A. S.; MORAES, J. L. de. Metodologia de ensino moderna orientada a projetos: modelo colaborativo de aprendizagem aplicado à disciplina de eletrônica digital. **Revista de Informática Aplicada**, v. 14, n. 1, p. 1, 2018.
- THE NOBEL PRIZE IN PHYSICS. **Nobel Prize Outreach AB 2022**. 1901. Disponível em: <<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1901/summary/>>. Acesso em: 29 Abr. 2022.
- TROUCHE, L.; GUEUDET, G.; PEPIN, B. **The documental approach to didactics**. 2020.
- YAMASHITA, F. K. D. S. **Sequência didática para o ensino da cinemática relativística por meio das TICs**. Dissertação (Mestrado Nacional Profissionais em Ensino de Física) — Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020.