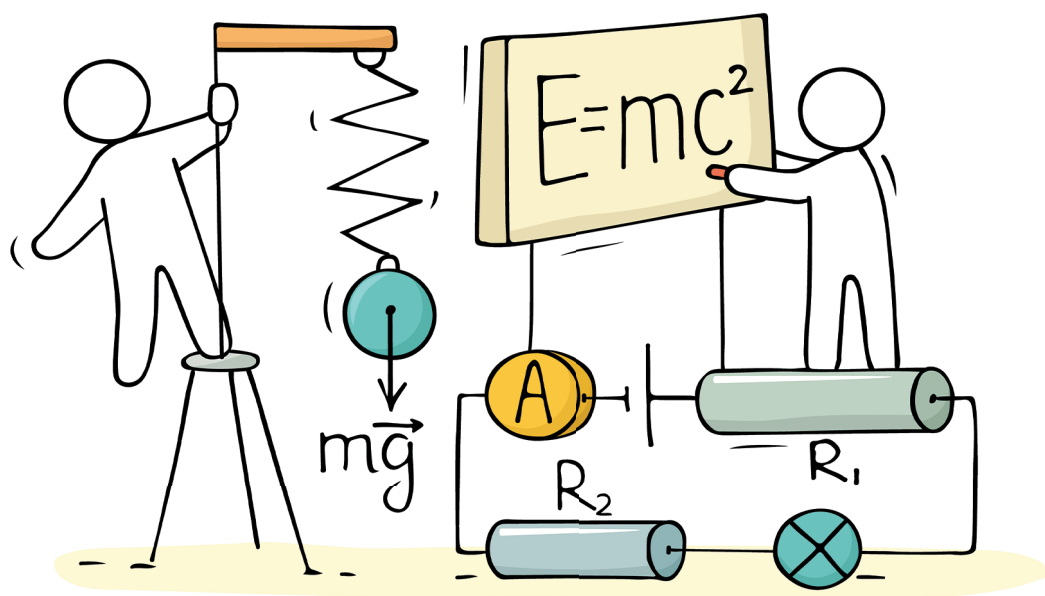


MARIA DA CONCEIÇÃO GEMAQUE DE MATOS
(ORGANIZADORA)

PERSPECTIVAS EPISTEMOLÓGICAS E METODOLÓGICAS PARA O ENSINO DE FÍSICA NA AMAZÔNIA PARAENSE



MARIA DA CONCEIÇÃO GEMAQUE DE MATOS
(ORGANIZADORA)

**PERSPECTIVAS
EPISTEMOLÓGICAS E
METODOLÓGICAS PARA
O ENSINO DE FÍSICA NA
AMAZÔNIA PARAENSE**



2025

© Da Organizadora – 2025
Editoração e capa: Schreiber
Imagem da capa: sapunkele - Freepik.com
Revisão: os autores
Livro publicado em: 21/08/2025
Termo de publicação: TP0742025

Conselho Editorial (Editora Schreiber):

Dr. Adelar Heinsfeld (UPF)
Dr. Airton Spies (EPAGRI)
Dra. Ana Carolina Martins da Silva (UERGS)
Dr. Cleber Duarte Coelho (UFSC)
Dr. Daniel Marcelo Loponte (CONICET – Argentina)
Dr. Deivid Alex dos Santos (UEL)
Dr. Douglas Orestes Franzen (UCEFF)
Dr. Eduardo Ramón Palermo López (MPR – Uruguai)
Dr. Fábio Antônio Gabriel (SEED/PR)
Dra. Geuciane Felipe Guerim Fernandes (UENP)
Dra. Ivânia Campigotto Aquino (UPF)
Dr. João Carlos Tedesco (UPF)
Dr. Joel Cardoso da Silva (UFPA)
Dr. José Antonio Ribeiro de Moura (FEEVALE)
Dr. Klebson Souza Santos (UEFS)
Dr. Leandro Hahn (UNIARP)
Dr. Leandro Mayer (SED-SC)
Dra. Marcela Mary José da Silva (UFRB)
Dra. Marciane Kessler (URI)
Dr. Marcos Pereira dos Santos (FAQ)
Dra. Natércia de Andrade Lopes Neta (UNEAL)
Dr. Odair Neitzel (UFFS)
Dr. Wanilton Dudek (UNESPAR)

Esta obra é uma produção independente. A exatidão das informações, opiniões e conceitos emitidos, bem como da procedência e da apresentação das tabelas, quadros, mapas, fotografias e referências é de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

Editora Schreiber
Linha Cordilheira - SC-163
89896-000 Itapiranga/SC
Tel: (49) 3678 7254
editoraschreiber@gmail.com
www.editoraschreiber.com

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M433 Matos, Maria da Conceição Gemaque de.
Perspectivas epistemológicas e metodológicas para o ensino de Física na Amazônia Paraense / organizado por Maria da Conceição Gemaque de Matos. – Itapiranga, SC : Schreiber, 2025.
114 p. : il. ; e.book.
Inclui bibliografia e índice remissivo
E-book no formato PDF.

ISBN: 978-65-5440-490-7
DOI: 10.29327/5644575

1. Ensino de Física - Amazônia. 2. Epistemologia. 3. Metodologia de ensino.
I. Título.

CDD 530.071

Bibliotecária responsável Juliane Steffen CRB14/1736

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	5
<i>Maria da Conceição Gemaque de Matos</i>	
PREFÁCIO.....	7
<i>Simone da Graça de Castro Fraiha</i>	
A EPISTEMOLOGIA DA DINÂMICA: COMPREENDENDO AS LEIS DE NEWTON E O MOVIMENTO CIRCULAR.....	9
<i>Yara Lohanne Melo do Nascimento</i>	
CONCEITOS DE ENERGIA, FORÇAS E MOVIMENTO COM O USO DE APLICATIVOS E DISPOSITIVOS MÓVEIS EM SALA DE AULA.....	17
<i>Carla de Fátima de Almeida Moia</i>	
APRENDIZAGEM ATIVA E SUSTENTABILIDADE: APLICANDO CONCEITOS DE TERMODINÂMICA EM PROJETOS DE HIDROPONIA NO ENSINO MÉDIO.....	32
<i>Lauro Henrique Santana da Silva</i> <i>Charles da Rocha Silva</i>	
A TERMOLOGIA NO CONTEXTO AMAZÔNICO, UM OLHAR ETNOFÍSICO.....	44
<i>Erasmão da Silva Ribeiro</i> <i>Maria da Conceição Gemaque de Matos</i>	
O CONCEITO DE CALOR E TEMPERATURA POR UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO - SEI.....	58
<i>Clécio Santos e Silva</i> <i>Frederico da Silva Bicalho</i>	
UM ESTUDO INVESTIGATIVO SOBRE A ORIGEM E PRODUÇÃO DOS SONS, ANALISANDO A SAÚDE DAS FLORESTAS E DOS RIOS DE CURRALINHO.....	68
<i>Ewerton Bruno Tenório de Aguiar</i>	
O USO DE INSTRUMENTOS MUSICAIS PARA O ENSINO DE ACÚSTICA: UMA POSSIBILIDADE AMAZÔNICA.....	82
<i>Ana Carla Avelar Monteiro</i> <i>José Ricardo da Silva Alencar</i>	

A EPISTEMOLOGIA COMO FERRAMENTA PARA ENTENDER A MECÂNICA QUÂNTICA.....	94
<i>Rodrigo Lima Coelho</i>	
<i>Silvana Perez</i>	
CONCEPÇÃO DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA E O ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS SURDOS.....	101
<i>Ilciclones Pinheiro da Silva</i>	
<i>Simone da Graça de Castro Fraiha</i>	
<i>Ilcilene Pinheiro da Silva</i>	
ÍNDICE REMISSIVO.....	111

APRESENTAÇÃO

Apresentar um livro é uma honra, envolve uma responsabilidade imensurável de um grande desafio. Considerando incentivar a leitura da obra precisamos ser objetivos, porém, ao mesmo tempo um pouco detalhista sobre a proposta dos artigos.

Nesta perspectiva, procuraremos apresentar aos leitores um breve panorama da obra, destacando as contribuições para o ensino de física na educação básica ao considerar a educação como um pilar importante na formação do sujeito crítico e participativo na sociedade. Saviani¹ destaca que a educação precisa estar vinculada à história e às realidades sociais, permitindo que os educandos compreendam e atuem sobre o mundo em que vivem. A obra virtual, ora apresentada, está inserida nesse contexto propondo reflexões que dialogam com o ensino de física atrelado a realidade vivenciada pelos educandos.

O E-Book *Perspectivas Epistemológicas e Metodológicas para o Ensino de Física na Amazônia Paraense*, é uma coletânea de artigos produzidos por alunos da disciplina *Marcos do Desenvolvimento da Física*, vinculada ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), Polo – 37/ Universidade Federal do Pará. Os artigos contidos nesta obra foram elaborados ao longo do semestre letivo como parte das atividades da disciplina.

Os textos refletem um esforço coletivo de compreender a Física não apenas como um conjunto de fórmulas e leis, mas como um campo do conhecimento em constante evolução, marcado por rupturas, debates, revoluções científicas e transformações epistemológicas significativas. A presente obra contém reflexões e propostas metodológicas no ensino de física que articulam os principais marcos epistemológicos da Física ao ensino de Mecânica, Termodinâmica, Acústica, Mecânica Quântica.

Cada autor buscou explorar, a partir de um tema específico, as transformações conceituais que marcaram o desenvolvimento da Física ao longo da história, evidenciando suas implicações para o ensino e aprendizagem no contexto amazônico. Metodologias ativas, uso de ferramentas tecnológicas, a etnofísica e o contexto da educação inclusiva são propostas apresentadas em nove artigos.

¹ SAVIANI, D. História das ideias pedagógicas no Brasil. Campinas: Autores Associados, 2008.

Mais do que apresentar conteúdos conceituais, os autores buscaram desenvolver propostas didáticas que valorizam o protagonismo do aluno na construção do seu próprio conhecimento, propondo atividades que estimulam a investigação, o pensamento crítico e a contextualização dos saberes científicos.

Nesta obra vamos encontrar uma contribuição significativa ao debate sobre o ensino de Física, destacando a importância de se pensar metodologias que dialoguem com os territórios, com as condições concretas de ensino, e com os saberes dos estudantes da Amazônia. Este E-Book, portanto, representa não apenas o resultado de uma disciplina de pós-graduação, mas o compromisso dos autores com a melhoria da qualidade do ensino de Física na Educação Básica, por meio de propostas inovadoras, acessíveis e contextualizadas.

É importante ampliar o diálogo acadêmico com a educação básica fomentando pesquisas que contribuam para a melhoria das práticas educacionais. Assim, convido a todos a percorrerem as próximas páginas com curiosidade e reflexão, pois cada capítulo nos oferece elementos essenciais para pensarmos e refletirmos propostas metodológicas no ensino de física em dimensão mais ampla e significativa.

Desejo a todos uma leitura proveitosa, que inspire novas reflexões e práticas no ensino de Física.

M^a da Conceição Gemaque de Matos

MNPEF – Polo 37 /UFPA

PREFÁCIO

Ao longo do tempo, o ensino de Física na Educação Básica consolidou-se, em grande parte, como uma disciplina centrada na memorização de fórmulas, na resolução de exercícios e na aplicação de procedimentos matemáticos descontextualizados. Essa abordagem reducionista contribuiu para a construção de um estereótipo segundo o qual a Física é inacessível, excessivamente abstrata e distante da realidade dos estudantes. Muitos alunos passam pela escola sem compreender a utilidade e aplicabilidade dos conteúdos aprendidos, o que gera desmotivação, desinteresse e, muitas vezes, até a exclusão de parte significativa dos estudantes do processo efetivo de aprendizagem.

Esse modelo de ensino, marcado por uma prática conteudista e desprovida de sentido prático, ignora o potencial da Física como uma ciência de compreensão do mundo natural e de base para o desenvolvimento tecnológico. A ausência de contextualização e de propostas metodológicas mais significativas impede que os alunos desenvolvam uma visão crítica e reflexiva sobre os fenômenos físicos presentes em seu cotidiano. Quando a Física é ensinada como um conjunto de equações a serem decoradas e aplicadas mecanicamente, perde-se a oportunidade de despertar a curiosidade, o pensamento investigativo e a capacidade de problematizar a realidade.

Contudo, a Física pode, e deve, ser compreendida como um saber fundamental para a formação do sujeito contemporâneo, especialmente em uma sociedade cada vez mais mediada por tecnologias e discursos científicos. Mesmo em um processo inicial de alfabetização científica, o contato com conceitos físicos pode contribuir para que os alunos desenvolvam habilidades como o raciocínio lógico, a análise crítica de informações e a tomada de decisões fundamentadas. A compreensão básica de temas como energia, eletricidade, movimento, meio ambiente e tecnologia permite que os estudantes participem de debates sociais e políticos com maior consciência e autonomia.

Nesse sentido, promover um ensino de Física que valorize a construção do conhecimento de forma ativa, contextualizada e investigativa é uma exigência para uma educação científica comprometida com a cidadania. A Física, ensinada com significado, pode ser uma poderosa aliada na formação de indivíduos capazes de questionar, argumentar, propor soluções e intervir em sua realidade. Romper com o estereótipo da disciplina como “difícil” ou “inútil” é um passo essencial para garantir que todos os estudantes tenham acesso a

uma formação científica crítica e transformadora, compatível com os desafios da sociedade do século XXI.

É nesse cenário que se insere este E-Book já destaca em seu título *-Perspectivas Epistemológicas e Metodológicas para o Ensino de Física na Amazônia Paraense*, a proposta do ensino de física envolvendo metodologias destacando o visco epistêmico desta ciência e apresentando resultados de um trabalho coletivo dos mestrandos da disciplina *Marcos do Desenvolvimento da Física*, vinculada ao Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo 37, na Universidade Federal do Pará (UFPA).

A obra se destaca por reunir artigos que articulam marcos epistemológicos da Física com propostas metodológicas aplicáveis ao contexto da Educação Básica na região amazônica, com especial atenção ao Estado do Pará. Os artigos abordam os conteúdos de Física sempre com o olhar voltado para a construção de práticas pedagógicas significativas e contextualizadas, visando despertar mais o interesse do aluno.

Os autores, ao convergirem fundamentação teórica com experiência docente e sensibilidade ao território amazônico, propõem caminhos para um ensino mais próximo da realidade dos estudantes, rompendo com o ensino abstrato e tradicional. Suas propostas metodológicas buscam valorizar o protagonismo do aluno, a investigação científica e a aprendizagem ativa, contribuindo para uma formação mais crítica e cidadã. Esta coletânea, portanto, não apenas amplia o debate sobre o ensino de Física, mas oferece também ferramentas concretas para sua transformação.

A docência precisa ser conduzida por educadores pesquisadores de suas próprias práticas, que prezem pelo compromisso de desenvolverem o fazer educativo que visem à produção de conhecimento e à formação integral do cidadão, para uma sociedade mais justa, igualitária e humanística.

Que este E-Book sirva como inspiração e apoio aos professores, formadores e pesquisadores comprometidos com o ensino de Física mais humanizado, contextualizado e transformador — uma Física viva, que dialoga com a realidade dos estudantes para além da sala de aula, em especial na Amazônia, e contribui efetivamente para o exercício da cidadania.

Parabenizo a organização e autores pelo engajamento em produzir uma obra que certamente contribuirá para reflexões, debates, discussões e aprendizagem no ensino de física na educação básica.

Boa leitura!

Simone da Graça de Castro Fraiha¹

¹ Professora Titular da Universidade Federal do Pará, docente do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) – Polo 37/ UFPA.

A EPISTEMOLOGIA DA DINÂMICA: COMPREENDENDO AS LEIS DE NEWTON E O MOVIMENTO CIRCULAR

Yara Lohanne Melo do Nascimento¹

INTRODUÇÃO

As Leis de Newton e o movimento circular são fundamentos da física clássica que moldaram a compreensão das ciências naturais. Segundo Young e Freedman (2008), essas leis estabelecem princípios essenciais para descrever e prever o comportamento de objetos sob forças externas. Resnick et al (2012) enfatiza que o movimento circular, regido pela força centrípeta, é fundamental para explicar características como a órbita dos planetas e a dinâmica dos corpos em rotação.

Além de sua relevância histórica, esses conceitos têm implicações práticas no dia a dia e em diversas áreas da ciência. No entanto, estudos indicam que os aprendizados cotidianos sobre dinâmica frequentemente divergem das explicações científicas, tornando o ensino tradicional insuficiente para superar essas discrepâncias (Peduzzi & Peduzzi, 1985). Neste artigo, exploramos a epistemologia das Leis de Newton e do movimento circular, os desafios conceituais e metodológicos associados à sua compreensão, bem como uma alternativa de metodologia de ensino para superar tais dificuldades.

AS LEIS DE NEWTON

As Leis de Newton foram publicadas no livro *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* no século XVII, de autoria do físico inglês Isaac Newton. A síntese newtoniana, marcou a transição de uma visão qualitativa e metafísica da natureza para uma ciência baseada em leis matemáticas rigorosas. Newton consolidou um paradigma mecanicista ao unificar os movimentos celestes e terrestres sob um conjunto de princípios universais, formulados de maneira quantitativa. Essa transição não foi apenas técnica, mas, epistemológica,

¹ Mestranda do Programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) - Polo 37 - UFPA. E-mail: yaralmn@hotmail.com.

enfrentando e superando resistências filosóficas que permeavam as visões aristotélica e cartesiana.

Antes da mecânica de Newton, prevaleciam os pensamentos aristotélicos acerca do movimento, segundo Resnick et al (2012):

Antes de Newton formular sua mecânica, pensava-se que uma influência, uma “força”, era necessária para manter um corpo em movimento com velocidade constante e que um corpo estava em seu “estado natural” apenas quando se encontrava em repouso. Para que um corpo se movesse com velocidade constante, tinha de ser impulsionado de alguma forma, puxado ou empurrado; se não fosse assim, pararia “naturalmente”.

A PRIMEIRA LEI

Para Nussenzveig (2002, p.67), a primeira lei de Newton, ou Princípio da Inércia, foi formulada primeiramente por Galileu, está destacada no trecho a seguir:

Temos aqui formulada pela primeira vez a lei da inércia: na situação ideal contemplada por Galileu, com uma esfera lançada pelo plano horizontal perfeitamente polido (sem atrito), desprezando a resistência do ar. O movimento não seria acelerado nem desacelerado: não havendo forças na direção horizontal, teríamos um movimento retilíneo uniforme. Ao contrário do que dizia Aristóteles, não há necessidade de forças para manter um movimento retilíneo uniforme: pelo contrário, uma aceleração nula ($v = \text{constante}$) está necessariamente associada a ausência de força resultante sobre a partícula ($F = 0$).

Resnick et al (2012), descreve a primeira lei de Newton através do seguinte enunciado:

“Primeira Lei de Newton: Se nenhuma força atua sobre um corpo, sua velocidade não pode mudar, ou seja, o corpo não pode sofrer uma aceleração.”

O autor, formula um enunciado mais rigoroso, com a introdução da ideia de força resultante:

“Primeira Lei de Newton: Se nenhuma força resultante atua sobre um corpo ($F = 0$), a velocidade não pode mudar, ou seja, o corpo não pode sofrer uma aceleração.”

A SEGUNDA LEI

A segunda lei de Newton é enunciada por Resnick et al (2012) da seguinte forma: “Segunda Lei de Newton: A força resultante que age sobre um corpo é igual ao produto da massa do corpo pela aceleração.”

$$\vec{F}_{\text{res}} = m \cdot \vec{a}$$

Resnick et al (2012)

A TERCEIRA LEI

A terceira lei de Newton, pode ser enunciada da seguinte forma conforme Resnick et all (2012):

“Terceira Lei de Newton: Quando dois corpos interagem, as forças que cada corpo exerce sobre o outro são iguais em módulo e têm sentidos opostos.”

As três leis de Newton são fundamentais para a compreensão de diversos fenômenos físicos e estão presentes em praticamente todos os ramos da Física, desde a Mecânica Clássica até aplicações em engenharia e em tecnologias. O Princípio da Inércia, ao explica por que um objeto em repouso tende a permanecer em repouso e um objeto em movimento continua em movimento com velocidade constante, a menos que uma força externa atue sobre ele pode explicar várias situações em nosso cotidiano, por exemplo, quando um carro freia bruscamente e os passageiros são projetados para frente, o que demonstra um exemplo clássico da resistência à mudança de movimento.

A Segunda Lei de Newton, que relaciona a força resultante, a massa e a aceleração de um corpo, é essencial para calcular movimentos e projetar sistemas como automóveis, aviões e foguetes. No cotidiano, percebemos sua aplicação ao empurrar um carrinho de supermercado: quanto mais força aplicamos, maior a aceleração; e quanto mais cheio ele estiver (maior massa), mais difícil será empurrá-lo. Já a Terceira Lei, que afirma que “para toda ação existe uma reação de mesma intensidade e em sentido oposto”, pode ser observada tanto no impulso gerado por um foguete ao lançar gases para trás, ou quanto no simples ato de caminhar, quando empurramos o chão para trás com os pés e somos impulsionados para frente.

Essas leis não apenas fundamentam o estudo da cinemática e da dinâmica, mas também ajudam a compreender e prever o comportamento de sistemas físicos em áreas como esportes, engenharia civil, robótica e até no funcionamento de dispositivos eletrônicos. A aplicabilidade das leis de Newton demonstra a importância do pensamento físico na análise e resolução de problemas reais, tornando-se uma ponte entre a teoria e a prática.

O MOVIMENTO CIRCULAR NA FÍSICA CLÁSSICA

Há uma relação direta entre as leis de Newton e o Movimento Circular Uniforme (MCU), especialmente com a Segunda Lei. No movimento circular, embora a velocidade escalar do objeto permaneça constante, sua direção muda continuamente, o que implica a existência de uma aceleração, a chamada aceleração centrípeta. De acordo com a Segunda Lei de Newton, essa mudança de direção exige uma força resultante direcionada para o centro da trajetória circular, conhecida como força centrípeta. Um exemplo cotidiano dessa

aplicação é o movimento de um carro fazendo uma curva. Para que o carro consiga seguir a trajetória curva sem sair da pista, os pneus exercem uma força de atrito que atua como força centrípeta, mantendo o veículo em movimento circular. Se essa força for insuficiente, como em uma pista molhada, o carro pode derrapar, evidenciando a importância das leis de Newton na compreensão e prevenção de acidentes no trânsito.

Segundo Resnick et al (2012), sobre o movimento circular uniforme:

(...) quando um corpo descreve uma circunferência (ou um arco de circunferência) com velocidade escalar constante v , dizemos que se encontra em movimento circular Uniforme (...) o corpo possui uma aceleração centrípeta (dirigida para o centro da circunferência) de módulo constante dado por:

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

Aceleração centrípeta Resnick et al (2012)
Onde r é o raio do círculo.

A força centrípeta é uma força resultante que sempre está dirigida para o centro da circunferência:

Observe que a força centrípeta não é um novo tipo de força; o nome simplesmente indica a direção da força. A força centrípeta pode ser uma força de atrito, uma força gravitacional, a força exercida pela porta de um carro, a força exercida por uma corda ou qualquer outra força. Em qualquer situação: Uma força centrípeta acelera um corpo modificando a direção da velocidade do corpo sem mudar a velocidade escalar. (Resnick et al, 2012, p 136)

De acordo com a segunda lei de Newton:

$$F_c = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

Força centrípeta Resnick et al (2012)

Polito (2016), no livro A estrutura conceitual da física clássica, aborda uma discussão sobre a construção da física newtoniana perante a qual trataremos nos próximos parágrafos. A proposta de Newton enfrentou uma série de dificuldades epistemológicas para ser plenamente aceita, uma vez que exigiu a introdução de novos conceitos e ferramentas, em especial a matematização, para integrar ideias preexistentes e superar as limitações impostas pela filosofia mecânica e pela física cartesiana.

Polito (2016) analisa como um dos maiores desafios estava relacionado à formulação do conceito de força, que, na física cartesiana, era entendida como a quantidade de movimento resultante de interações exclusivamente de contato entre

corpos. Na física newtoniana, contudo, o conceito de força foi redefinido como um agente causal capaz de alterar o estado de movimento dos corpos, incluindo, entre outras coisas, a gravidade como uma força que atua à distância. Essa reformulação gerou grande resistência filosófica na época, pois envolvia o reconhecimento de ações invisíveis e imateriais, características que muitos cientistas rejeitavam por estarem em desacordo com a visão mecanicista dominante.

Adicionalmente, explora-se como a introdução da matemática foi essencial para a definição e formalização desses conceitos. A força foi associada quantitativamente à aceleração por meio da fórmula $F = m \cdot a$, uma abordagem que contrastava com a visão anterior, que limitava o entendimento de força à troca de movimento entre corpos em contato direto. Essa mudança não foi apenas metodológica, mas também epistemológica, uma vez que a força passou a ser compreendida como uma ação momentânea sobre um corpo, que desaparecia quando o seu efeito cessava. Essa visão gerou tensões metafísicas significativas, pois implicava em uma realidade de entidades invisíveis e imateriais, algo profundamente desconfortável para muitos cientistas e filósofos que se ancoravam no empirismo e no mecanicismo cartesiano.

Ainda no campo da epistemologia, Polito (2016) analisa o conceito de inércia como parte crucial na construção das Leis de Newton. Este conceito, já abordado por figuras como Kepler, Galileu e Descartes, foi unificado por Newton ao ser apresentado como a tendência de um corpo resistir a qualquer alteração em seu estado de movimento. Essa formulação, contudo, enfrentou desafios relacionados à explicação da origem dessa resistência, pois Newton a vinculou à quantidade de matéria presente no corpo, rompendo com a visão cartesiana, que associava a inércia à mera extensão geométrica dos corpos no espaço.

Quanto à aceleração, o autor destaca que, antes de Newton, a alteração no movimento dos corpos era geralmente interpretada de maneira qualitativa, sem uma medição precisa da variação da velocidade em relação ao tempo. Foi Newton quem introduziu a aceleração como uma grandeza mensurável, associada diretamente à aplicação de uma força sobre um corpo. Essa inovação exigiu o desenvolvimento de métodos matemáticos mais sofisticados, como o cálculo diferencial, para descrever de maneira rigorosa as relações dinâmicas entre força, massa e aceleração.

Além disso, a análise do movimento circular de Newton foi descrita por Polito (2016) como uma etapa central no desenvolvimento da física clássica, destacando a conexão de contribuições anteriores, como as de Huygens, às Leis de Newton. O movimento circular não apenas exemplifica a aplicabilidade das leis newtonianas, mas também serviu como base para uma compreensão mais ampla dos fenômenos naturais em termos de forças e interações. Huygens foi

pioneiro ao expressar matematicamente o que chamou de “tendência centrípeta”, posteriormente reinterpretada por Newton como força centrípeta, responsável por manter os corpos em movimento circular. Huygens também estabeleceu uma conexão fundamental entre o movimento oscilatório do pêndulo e o movimento circular, utilizando essa relação para calcular a aceleração gravitacional, um marco na física de sua época.

Finalmente, conforme Polito (2016), Newton consolidou o conceito de força centrípeta, descrevendo-a como “aquela pela qual corpos são dirigidos, impelidos ou, de qualquer forma, tendem na direção central”. Essa força foi descrita matematicamente como sendo sempre direcionada ao centro da trajetória, proporcional à massa do corpo e ao quadrado de sua velocidade, dividido pelo raio da trajetória.

Newton empregou os princípios mecânicos descritos no Livro I de *Principia – Princípios Matemáticos de Filosofia Natural* para fundamentar a explicação do movimento circular dos planetas ao redor do Sol e de outros corpos celestes. Ele demonstrou que a gravidade atua como uma força centrípeta em escala cósmica, e, no Livro III de *Principia – Sobre o Sistema do Mundo*, formalizou a teoria da gravitação universal. Newton estabeleceu matematicamente que o movimento dos planetas segue uma lei em que a força gravitacional decresce com o quadrado da distância ao centro. Segundo Polito (2016), isso permitiu a Newton demonstrar que a força centrípeta é uma condição necessária para que os corpos celestes descrevam órbitas planas e elípticas, em conformidade com as leis de Kepler.

IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DE FÍSICA

A compreensão das Leis de Newton e do movimento circular, como explorado nos itens anteriores, destaca não apenas a relevância histórica e epistemológica desses conceitos, mas também os desafios associados à sua assimilação. A construção das ideias newtonianas representou um rompimento com explicações pré-científicas e aristotélicas, exigindo uma matematização rigorosa e a introdução de conceitos abstratos, como a força gravitacional atuando à distância. Esses mesmos desafios epistemológicos continuam a impactar o ensino de física na atualidade, dificultando o aprendizado de estudantes imersos em concepções intuitivas baseadas no senso comum.

Estudos, como os de Hestenes, Wells e Swackhammer (1992), mostram que estudantes frequentemente chegam às aulas de física com sistemas de crenças intuitivas que entram em conflito com os conceitos científicos. Essas ideias prévias, como a associação de força a agentes ativos ou a noção de “ímpeto”, refletem uma compreensão limitada, mas coerente com suas experiências cotidianas, o

que dificulta a transição para a física formal. O senso comum, ao contradizer os fundamentos da inércia, da força resultante e da interação descritos por Newton, prejudica a compreensão das três leis e do movimento circular uniforme.

Para superar essas dificuldades, a Instrução por Modelagem, como proposta por Hestenes (2006), oferece uma abordagem que conecta o aprendizado à construção de modelos conceituais explicativos. Esse método busca mitigar a fragmentação do conhecimento ao propor ciclos de modelagem que incentivam os estudantes a desenvolver, testar e refinar explicações para fenômenos físicos. A Instrução por Modelagem, incentiva atividades e discussões para estimular o pensamento reflexivo sobre fenômenos físicos que costumam gerar más compreensões. Enfatiza-se a construção de modelos de diversos tipos, como mapas, gráficos, etc. Tudo isso torna possível melhorar seu modo de pensar e se apropriem de Newton ou qualquer outro teórico, pela redução da distância entre sua concepção e a do teórico. Assim se aprende de maneira sistemática (Hestenes, 2006, p. 20) e coerente, reduzindo a possibilidade de um ensino parcial ou obscuro.

Além disso, ao relacionar essas práticas com a estrutura epistemológica apresentada anteriormente, é possível mostrar como a modelagem auxilia no entendimento dos avanços históricos da ciência. Ao reconstruir as descobertas de Galileu, Huygens e Newton de maneira interativa, os estudantes passam a compreender a física clássica não como um conjunto de fórmulas, mas como uma narrativa de superação de paradigmas.

Por conseguinte, a aplicação desse método promove uma compreensão mais integrada e significativa, alinhada às necessidades do ensino contemporâneo, ajudando os estudantes a desenvolver não apenas habilidades científicas, mas também um pensamento crítico-reflexivo essencial para a garantia de uma alfabetização científica.

CONCLUSÃO

Diante da epistemologia das Leis de Newton e do movimento circular, destacam-se os desafios conceituais e didáticos associados à compreensão desses fundamentos da física clássica. Identifica-se como os conceitos de força, inércia e movimento circular evoluíram historicamente, enfrentando resistências filosóficas e epistemológicas que, ainda hoje, ecoam em dificuldades de ensino e aprendizagem. A aplicação de métodos inovadores, como a Instrução por Modelagem, se mostra uma estratégia eficaz para superar as limitações do senso comum provenientes de observáveis, e promover uma compreensão mais profunda da física newtoniana. Esse método não só facilita a internalização dos conceitos científicos, como também aproxima os estudantes das práticas e da estrutura do conhecimento científico.

Portanto, reforça-se a importância de uma abordagem ativa no ensino de física, que não apenas transmita conteúdos, mas também estimule o pensamento crítico e a análise reflexiva dos fenômenos naturais. Investigações futuras podem explorar a integração dessa metodologia em diferentes níveis de ensino e a aplicação em outros campos da ciência, contribuindo para um aprendizado mais significativo e transformador.

REFERÊNCIAS

- HALLIDAY, D; RESNICK, R. & WALKER, J. **Fundamentos de Física - Mecânica**, Vol. 1, 9ª ed. LTC. - Livros Técnicos e Científicos Editora. 2012.
- HESTENES, D. **Notes for a Modeling Theory of Science, Cognition and Instruction**. In: GIREP CONFERENCE. 2006, Arizona, E.U.A. Proceedings [...]. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/253847244>. Acesso em 15/11/2024.
- HESTENES, D; WELLS, M. & SWACKHAMMER, G. **Force Concept Inventory. The Physics Teacher**, [S. l.], v. 30, p. 141-158, mar. 1992. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/216743208>. Acesso em 12/11/2024.
- NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica 1: Mecânica**. 4. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002. 324 p.
- PEDUZZI, L & PEDUZZI, S. **O Conceito De Força No Movimento E As Duas Primeiras Leis De Newton**. Cad. Cat. Ens. Fis., Florianópolis, 2(1): 6-15, abr. 1985.
- POLITO, A. **A estrutura conceitual da física clássica**. Editora Livraria da física- Série mestrado nacional profissional em ensino de física. São Paulo. 2016.
- WELLS, M.; HESTENES, D.; SWACKHAMER, G. **A MODELING METHOD: for high school physics instruction. American Journal of Physics**, [s. l.], p. 1 - 35, Jul. 1995. ISSN: 606-619. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/216743210>.
- YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R.A. **Física I: Mecânica**. Tradução de Sonia Midori Yamamoto. 12. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2008.

CONCEITOS DE ENERGIA, FORÇAS E MOVIMENTO COM O USO DE APLICATIVOS E DISPOSITIVOS MÓVEIS EM SALA DE AULA

Carla de Fátima de Almeida Moia¹

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, presenciamos um rápido avanço tecnológico e uma crescente integração da tecnologia no contexto educacional. Nesse sentido, o uso de dispositivos móveis, como smartphones e tablets, tem se destacado como uma ferramenta promissora para melhorar o processo de ensino e aprendizagem em diversas disciplinas, incluindo a física. Esses dispositivos oferecem recursos interativos, acesso a uma variedade de aplicativos e a capacidade de explorar conceitos de forma prática e envolvente. Neste artigo, exploraremos o uso de dispositivos móveis em sala de aula para o ensino de física, analisando seus benefícios, desafios e perspectivas fundamentados em Geer, White e Zeegers (2017).

A física é uma disciplina que muitas vezes é considerada desafiadora pelos estudantes, devido à sua natureza abstrata e à necessidade de compreender conceitos complexos. Tradicionalmente, o ensino de física tem sido baseado em abordagens teóricas e demonstrações em sala de aula, com limitadas oportunidades para a experimentação e a aplicação prática (Carvalho, 2013). No entanto, o advento dos dispositivos móveis abriu novas possibilidades de enriquecer o ensino de física, permitindo aos alunos uma abordagem mais interativa e prática para explorar os conceitos e fenômenos físicos (Geer, White e Zeegers, 2017).

Com isso objetivamos compreender os conceitos básicos de aceleração, massa, força, movimento e princípios da conservação da energia e do momento linear de um sistema. Nesta perspectiva, queremos que nosso aluno possa reconhecer que ao variar a massa de corpos fixados (acoplados) resulta em uma aceleração não nula causando movimento no sistema e compreender as forças que interagem entre os asteroides e estrelas.

A justificativa para a presente pesquisa reside na necessidade de compreender os impactos do uso de dispositivos móveis em sala de aula, bem como analisar as vantagens e desafios associados a essa prática. Ao investigar

¹ Universidade Federal do Pará, mestranda do Programa Pós-graduação Mestrado Nacional Profissional Ensino de Física - MNPEF, carlamoi678@gmail.com.

esse tema, se identifica as oportunidades que os dispositivos móveis oferecem para enriquecer o ambiente de aprendizagem, promovendo maior engajamento dos alunos, estimulando a criatividade e facilitando o acesso a uma vasta gama de recursos educacionais (Geer, White e Zeegers, 2017).

Neste artigo apresentamos a seção “metodologia” demonstrando como a pesquisa aconteceu e seu o lócus. Na seção “Resultados e discussões” apresentaremos a análise quantitativa dos desempenhos dos alunos. E por último na seção “Considerações finais” relatamos nossas conclusões e perspectivas futuras.

METODOLOGIA

A pesquisa se deu na Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio localizado no município de Garrafão do Norte-PA, região central, em uma do primeiro ano do ensino médio com 40 alunos matriculados. A escolha da escola aconteceu pelo fato de a autora da pesquisa lecionar na referida escola.

O contexto mesológico da pesquisa foi estruturado com uma Sequência Didática (SD) coadunando com Zabala (1998) ao descrever que uma SD como uma estratégia pedagógica que organiza atividades para atingir um objetivo de aprendizagem. A SD buscou aprofundar os conhecimentos na perspectiva do letramento, ao planejar situações didáticas que possibilitassem analisar e criar um ambiente alfabetizador que favoreça o ensino-aprendizagem.

O planejamento da sequência didática foi dividido em duas etapas: Referência à pré-avaliação e Referência à pós-avaliação; com objetivos específicos em cada uma delas. A primeira etapa planejada para 6 (seis) aulas e a segunda etapa planejada em 7 (sete) aulas. As tabelas 01 e 02, a seguir, apresentam a descrição detalhada das etapas, respectivamente.

Tabela 01 - Referência à pré-avaliação

OBJETIVOS	• Compreender a relação entre aceleração, força e massa. • Compreender o movimento dos corpos sob ação da gravidade. • Explicar a conversão entre energia cinética e potencial e o princípio da conservação da energia • Explicar o princípio da conservação do momento linear, especialmente em colisões. • Entender como o momento linear é transferido durante interações entre corpos.
RECURSOS DIDÁTICOS	Quadro branco, apagador e pincel.
Aula 1	1- Explicação do projeto de pesquisa para os alunos, destacando que o material após concluído e publicado poderia ser fonte de pesquisa para futuros professores ao ser disponibilizado na internet para <i>download</i> . A seguir passa a se explanado os conteúdos selecionados. 2 – Relação entre aceleração, força e massa com resolução de exemplos.

Aula 2	Movimento dos corpos sob ação da gravidade com resolução de exemplos.
Aula 3	Energia cinética e potencial e o princípio da conservação da energia com resoluções de exemplos.
Aula 4	O princípio da conservação do momento linear, especialmente em colisões.
Aula 5	Transferência de momento linear durante e depois da colisão.
Aula 6	APLICAÇÃO DA PROVA PRÉ-AVALIATIVA

Fonte: Elaborado pelos autores(as) da pesquisa

A atividade da prova pré-avaliativa foi composta de 8 itens distribuídos igualmente nos conteúdos explanados, atribuídos 0,5 pontos para cada item, aplicada individualmente aos alunos. Para a segunda etapa da SD, que serão desenvolvidas as aulas práticas, os 40 alunos foram organizados em 8 equipes, com 5 alunos cada. Na primeira aula desta etapa foi aplicada, de forma individual, questionário objetivando identificar a situação de cada aluno no que diz respeito à posse dos dispositivos (*Tablets, Celulares* etc.) e, sobre o domínio do uso deles. As sete aulas descritas na tabela 02, correspondem a etapa final da SD.

Tabela 02 - Referência à pós-avaliação

OBJETIVOS	• Compreender a relação entre aceleração, força e massa usando o <i>ForceMeter</i>. • Compreender o movimento dos corpos sob ação da gravidade usando o <i>Planet Gravity</i>. • Explicar a conversão entre energia cinética e potencial e o princípio da conservação da energia usando o <i>Physic Virtual Lab</i>. • Explicar o princípio da conservação do momento linear, especialmente em colisões usando o <i>Physic Virtual Lab</i>. • Entender como o momento linear é transferido durante interações entre corpos usando o <i>Physic Virtual Lab</i>.
RECURSOS DIDÁTICOS	<i>Smartphone</i>
Aula 7	Aplicação de questionário contendo 10 questões objetivas.
Aula 8	1. Explicação do uso das ferramentas digitais. 2. Aplicar relações entre aceleração, força e massa utilizando o <i>ForceMeter</i> .
Aula 9	Compreender o movimento dos corpos sob ação da gravidade usando o <i>Planet Gravity</i> .
Aula 10	Princípio da conservação da energia usando o <i>Physic Virtual Lab</i> .
Aula 11	O princípio da conservação do momento linear, especialmente em colisões usando o <i>Physic Virtual Lab</i> .
Aula 12	Transferência de Momento Linear usando o <i>Physic Virtual Lab</i> .
Aula 13	APLICAÇÃO DA PROVA PÓS-AVALIATIVA

Fonte: Elaborado pelos autores(as) da pesquisa

Nas primeiras seis aulas, da segunda etapa, os alunos fizeram coletas de dados obtidos no uso dos aplicativos objetivando maior integração e participação dos componentes da equipe. A prova pós-avaliativa foi composta de 8 itens distribuídos igualmente nos conteúdos trabalhados com o uso dos aplicativos e com a mesma pontuação da prova pré-avaliativa.

Após aplicação da SD ocorreu a aplicação de um questionário contendo perguntas discursivas visando entender a interação dos alunos com uso de aplicativos (*App ForceMeter*, *Physic Virtual Lab* e *Planet Gravity*) em atividades de ensino e aprendizagem. A aplicação da SD e do questionário são base para as análises dos resultados desta pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico, serão apresentados os resultados obtidos e as discussões referentes às atividades aplicadas: na forma avaliativa e do questionário. A análise desse material permitirá avaliar os principais achados, interpretar as informações coletadas e verificar a relevância dos resultados em relação aos objetivos propostos. Além disso, serão discutidos os possíveis impactos e limitações da atividade, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada do tema abordado (Lira Júnior, 2019, Reis, 2020).

ANÁLISE DO DESEMPENHO PRÉ E PÓS-PROVA AVALIATIVA

Temos a seguir na Tab. 03 os resultados da aplicação do pré-teste aos 40 alunos antes do uso dos aplicativos educativos, e do pós-teste aplicado posteriormente. Foi possível observar uma mudança significativa nos resultados. A prova pré-avaliativa foi realizada sem a utilização de recursos digitais, enquanto a prova pós-avaliativa ocorreu após a introdução de três aplicativos educacionais, cada um direcionado para temas específicos de física. A comparação entre os dois momentos permitiu analisar o impacto das tecnologias no desempenho dos alunos.

Tabela 03 – Resultados de Pré-teste

Nº	Aluno(a)	Prova Pré-Avaliativa	Prova Pós-Avaliativa	Nº	Aluno(a)	Prova Pré-Avaliativa	Prova Pós-Avaliativa
1	Aluno1	1,0	2,0	21	Aluno21	2,0	1,0
2	Aluno2	2,0	2,5	22	Aluno22	2,0	2,5
3	Aluno3	3,0	2,0	23	Aluno23	1,0	1,5
4	Aluno4	2,0	2,0	24	Aluno24	1,0	2,0
5	Aluno5	1,0	2,0	25	Aluno25	1,0	2,0
6	Aluno6	1,5	2,0	26	Aluno26	1,5	2,0
7	Aluno7	2,0	2,5	27	Aluno27	2,0	2,5
8	Aluno8	3,0	3,0	28	Aluno28	3,0	3,0
9	Aluno9	1,0	1,0	29	Aluno29	1,0	2,0
10	Aluno10	2,0	2,5	30	Aluno30	2,0	2,0
11	Aluno11	1,5	1,5	31	Aluno31	3,0	3,5
12	Aluno12	1,8	2,0	32	Aluno32	2,0	3,0
13	Aluno13	1,0	1,5	33	Aluno33	1,0	1,0
14	Aluno14	4,0	4,0	34	Aluno34	2,5	2,0
15	Aluno15	3,0	4,0	35	Aluno35	2,0	2,0
16	Aluno16	1,0	2,0	36	Aluno36	4,0	3,0
17	Aluno17	3,0	3,5	37	Aluno37	2,0	1,5
18	Aluno18	2,0	3,0	38	Aluno38	1,5	2,0
19	Aluno19	3,0	3,0	39	Aluno39	1,0	1,0
20	Aluno20	4,0	4,0	40	Aluno40	2,0	2,5

Fonte: Elaborado pelos autores(as) da pesquisa

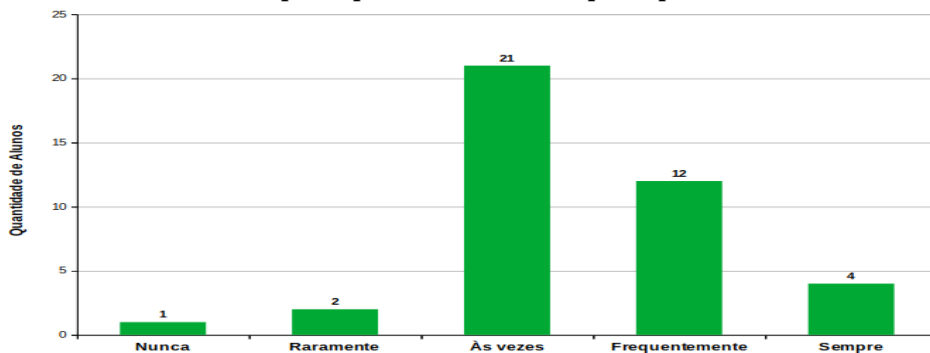
A média dos resultados na prova pré-avaliativa foi de **2,0075**, enquanto na prova pós-avaliativa a média subiu para **2,2875**, representando uma melhoria média de **0,2800 pontos** no rendimento dos alunos. Esse aumento, embora possa parecer pequeno, indica que o uso dos aplicativos pode contribuir positivamente para a compreensão dos conteúdos de física. Isso sugere que o uso de tecnologias educacionais, como aplicativos, pode potencializar o aprendizado e proporcionar melhores resultados, auxiliando na fixação de conceitos. (Silva, 2021).

ANÁLISE CONCLUSIVA DO QUESTIONÁRIO

Depois de aplicarmos o produto educacional foi passado um questionário para todos os 40 alunos, contento itens relacionados a posse de dispositivos eletrônicos e a manipulação deles. As informações e dados obtidos foram transcritas em gráficos. Cada gráfico corresponde a um item do questionário.

O gráfico 01 apresenta as respostas encontradas no item relativo ao uso do smartphone para fins educativos. A maioria dos entrevistados, 21 alunos (52,5%), afirma que às vezes utiliza o smartphone com esse propósito, indicando que o uso de dispositivos móveis para aprender não é uma prática constante, mas ainda tem uma presença considerável na rotina deles. Isso pode refletir uma tendência em que os alunos recorrem ao smartphone quando necessário, talvez em momentos de dúvida ou para pesquisas pontuais.

Gráfico 01 – Com que frequência você usa smartphone para fins educativos



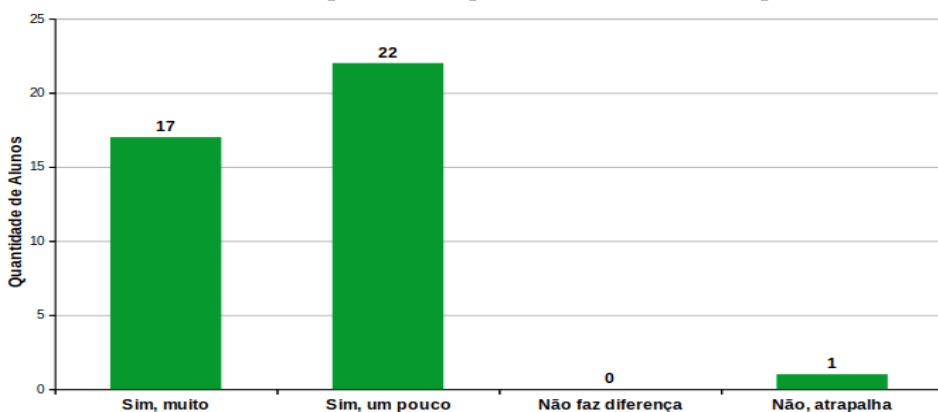
Fonte: Elaborado pelos autores(as)

A segunda maior parcela, composta por 12 alunos (30%), relata que usa frequentemente o smartphone para fins educativos. Esse grupo parece ter incorporado mais ativamente a tecnologia móvel em seus estudos, aproveitando-a como uma ferramenta auxiliar em atividades escolares ou acadêmicas. A crescente acessibilidade de informações por meio de aplicativos e plataformas digitais pode ser um fator influente para esses alunos (Mochila Digital, 2024).

É interessante notar que um número pequeno de alunos afirmou nunca (1 aluno) ou raramente (2 alunos) usar smartphones para fins educativos. Esses dados podem sugerir que alguns alunos ainda preferem métodos tradicionais de estudo ou têm menos acesso a recursos tecnológicos. Por outro lado, apenas 4 alunos (10%) dizem usar sempre o smartphone para aprender, o que indica que, embora a tecnologia esteja presente, ela ainda não é a principal ferramenta de estudo para a maioria.

O gráfico 02 apresenta a percepção dos alunos quanto ao uso de aplicativos educativos e seu impacto no desempenho escolar revelando resultados positivos. Dos 40 alunos, 17 (42,5%) acreditam que o uso desses aplicativos melhora muito o seu desempenho, o que sugere que boa parte da turma está colhendo benefícios significativos ao integrar tecnologia educacional em sua rotina de estudos. Para esses alunos, provavelmente, os aplicativos educativos podem ser uma ferramenta valiosa para revisar conteúdos, tirar dúvidas e organizar seus estudos de maneira mais eficiente (PUC Minas, 2023).

Gráfico 02 – Você acredita que o uso de aplicativos melhora se desempenho escolar?



Fonte: Elaborado pelos autores(as)

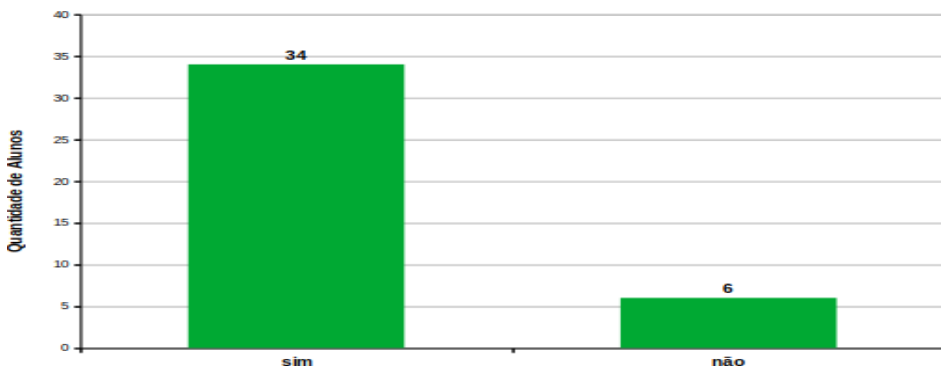
E possível observar que uma parcela maior, 22 alunos (55%), acreditam que o uso de aplicativos educativos melhora um pouco o seu desempenho. Isso indica que mais da metade dos alunos reconhecem algum nível de benefício no uso dessas ferramentas, mesmo que o impacto não seja tão expressivo para todos. A combinação dessas respostas positivas sugere uma aceitação ampla da tecnologia educacional entre os alunos, quando consideram os aplicativos como um apoio útil, ainda que nem sempre essencial.

Vale destacar que apenas 1 aluno (2,5%) disse que o uso de aplicativos atrapalha seu desempenho escolar, e nenhum aluno declarou que os aplicativos não fazem diferença. Isso reflete uma percepção majoritariamente positiva da tecnologia no ambiente educacional, com poucos sinais de resistência ou impactos negativos. No geral, os resultados apontam para uma turma que, em grande parte, enxerga valor nos aplicativos educativos e os considera um recurso que pode contribuir para seu sucesso acadêmico (Delamuta et al, 2021).

O gráfico 03 indaga sobre a posse de dispositivos eletrônicos entre os alunos. Tal indagação revela que a grande maioria, 34 dos 40 entrevistados (85%), possui um smartphone, tablet, computador ou outro dispositivo eletrônico. Esse

dado sugere que a maior parte da turma tem fácil acesso à tecnologia, o que pode facilitar o uso de recursos digitais, como aplicativos educativos, plataformas de estudo online e pesquisa na internet. A presença desses dispositivos no cotidiano dos alunos é um fator que pode impactar positivamente seu desempenho acadêmico, especialmente quando há integração de tecnologia no processo de ensino-aprendizagem.

Gráfico 03 – Você possui um smartphone, tablet, computador etc.?



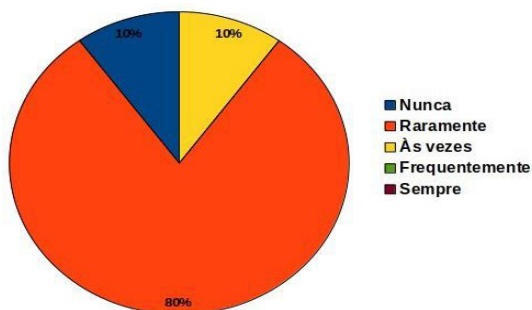
Fonte: Elaborado pelos autores(as)

Por outro lado, 6 alunos (15%) não possuem nenhum desses dispositivos. Embora esse número seja relativamente pequeno, ele destaca uma desigualdade no acesso à tecnologia, o que pode ser um obstáculo para esses estudantes, particularmente em atividades que exigem o uso de ferramentas digitais. Essa diferença é um contexto relevante para políticas de inclusão digital ou para a criação de estratégias que garantam que todos os alunos tenham acesso a materiais educacionais de forma igualitária (Rede Nacional de Ensino e Pesquisa, 2025).

O acesso quase universal aos dispositivos eletrônicos entre a maioria dos alunos também pode explicar o uso crescente de smartphones para fins educativos. No entanto, o grupo de alunos sem acesso a esses dispositivos pode estar em desvantagem, o que justifica a necessidade de alternativas e suporte por parte do professor e das instituições de ensino.

O gráfico 04 revela que a grande maioria dos professores, 80%, raramente recomenda o uso de aplicativos em sala de aula. Esse dado sugere que, apesar da crescente digitalização e do potencial educacional dos aplicativos, a adoção dessas ferramentas ainda é limitada no ambiente escolar (Beñ Educação, 2022). A resistência pode estar relacionada a uma variedade de fatores, incluindo a falta de familiaridade com a tecnologia, preocupações sobre a eficácia educacional dos aplicativos ou simplesmente uma preferência por métodos tradicionais de ensino.

Gráfico 04 – Com que frequência os professores recomendam o uso de aplicativos educativos em sua sala de aula?

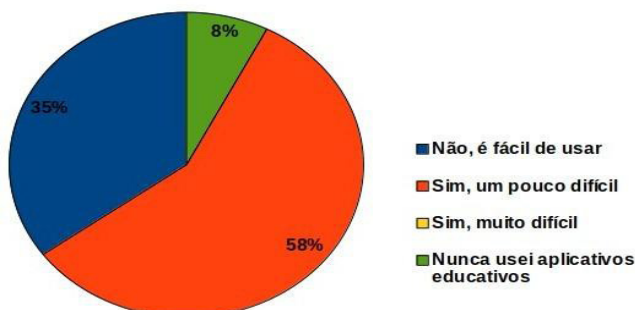


Fonte: Elaborado pelos autores(as)

Além disso, apenas 10% dos professores recomendam o uso de aplicativos ocasionalmente, enquanto 10% nunca o fazem. Quanto a usar frequentemente ou sempre ocorreu a indicação que nenhum professor tem esse comportamento em relação ao uso desses dispositivos na prática docente. Essa distribuição sugere que, para a maioria dos professores, os aplicativos são considerados como uma ferramenta de apoio, e não uma parte central do processo educativo. Isso pode refletir uma necessidade de mais treinamento ou suporte para integrar efetivamente essas tecnologias nas práticas pedagógicas existentes.

Os dados do gráfico 05 mostram que uma parte significativa, 58%, dos usuários encontra dificuldades ao utilizar aplicativos educativos, considerando-os um pouco difíceis de manusear. Esse resultado indica que, embora a maioria das pessoas tenha algum nível de dificuldade, elas ainda conseguem lidar com as ferramentas. A complexidade pode estar relacionada a diversos fatores, como interfaces pouco intuitivas ou a falta de familiaridade com a tecnologia, o que sugere uma necessidade de melhorias no design e na usabilidade desses aplicativos para torná-los mais acessíveis.

Gráfico 05 – Você encontra dificuldades em usar aplicativos educativos?

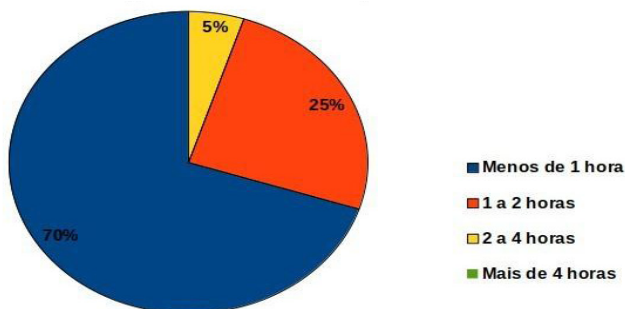


Fonte: Elaborado pelos autores(as)

Entretanto, 35% dos usuários acham os aplicativos educativos fáceis de usar, o que demonstra que uma parcela considerável consegue utilizar essas ferramentas sem grandes problemas. Apenas 8% nunca utilizaram aplicativos educativos, o que representa uma pequena fração dos entrevistados. Esses dados indicam que há um potencial significativo para a adoção mais ampla desses aplicativos, mas também revelam que esforços devem ser feitos para melhorar a experiência do usuário e reduzir as barreiras ao uso efetivo dessas tecnologias na educação.

Os dados do gráfico 06 revelam que a maioria dos usuários, 70%, dedica menos de uma hora por semana ao uso de aplicativos educativos. Esse resultado sugere que, para a maioria dos indivíduos, o tempo investido em ferramentas digitais educacionais é bastante limitado. Essa baixa adesão pode indicar que, apesar da disponibilidade desses aplicativos, eles não estão sendo integrados de forma significativa no cotidiano dos usuários, possivelmente devido à falta de tempo, interesse ou necessidade.

Gráfico 06 – Quanto tempo você dedica, em média, ao uso de aplicativos educativos, por semana?



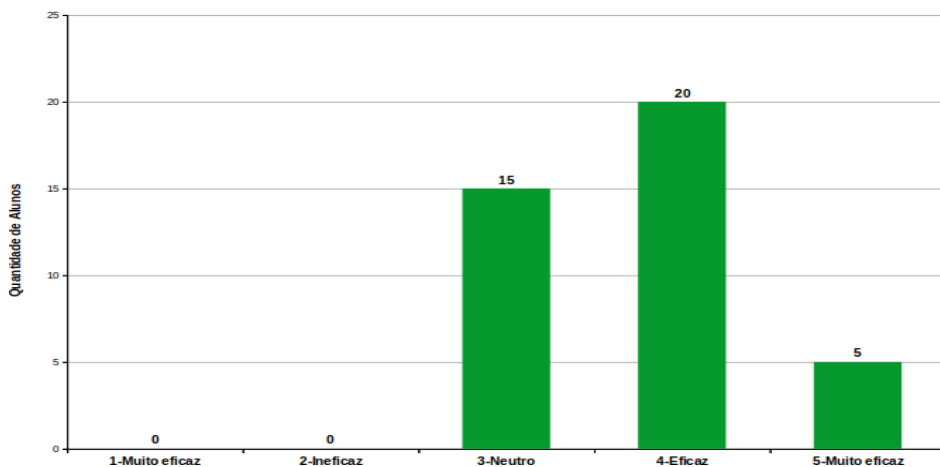
Fonte: Elaborado pelos autores(as)

Porém, apenas 25% dos usuários dedicam entre uma e duas horas por semana a esses aplicativos, e uma pequena fração, 5%, passa de duas a quatro horas. Não há registro de usuários que gastam mais de quatro horas por semana com aplicativos educativos. Esses dados reforçam a ideia de que, enquanto uma parte dos usuários pode encontrar algum valor nas ferramentas digitais, a maioria ainda não as incorpora de forma intensiva em suas rotinas semanais. Isso pode sugerir uma oportunidade para incentivar um maior envolvimento e explorar maneiras de aumentar a integração dos aplicativos educativos no processo de aprendizado.

Os dados do gráfico 07 indicam que a avaliação da eficácia dos aplicativos educativos é predominantemente neutra, com 15% dos respondentes considerando-os apenas neutros em termos de eficácia. Isso sugere que, para

uma parte significativa dos usuários, os aplicativos não têm um impacto claro ou perceptível no processo educativo, podendo não atender plenamente às suas expectativas ou necessidades. Essa visão neutra pode refletir a falta de características diferenciadas ou de uma integração efetiva desses aplicativos na prática educacional.

Gráfico 07 – Em uma escala de 1 a 5, como você avaliaria a eficácia dos aplicativos?

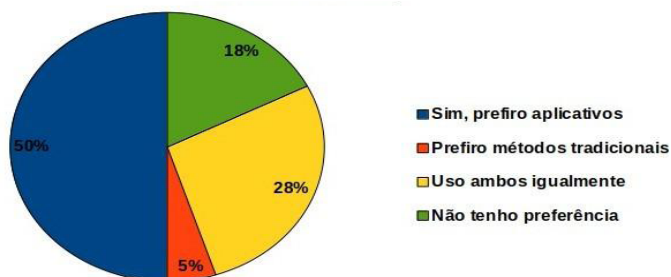


Fonte: Elaborado pelos autores(as)

Por outro lado, apenas 20% dos respondentes classificam os aplicativos como eficazes e 5% como muito eficazes. Esses resultados apontam para um pequeno grupo de usuários que reconhecem um impacto positivo significativo desses aplicativos na aprendizagem. A ausência de respostas nas categorias “muito eficaz” e “ineficaz” sugere que, embora existam avaliações positivas, a percepção de eficácia não é universalmente alta, e ainda há espaço para melhorias e ajustes nos aplicativos para alcançar um nível mais consistente de eficácia entre os usuários.

Os dados do gráfico 08 mostram que 50% dos entrevistados preferem usar aplicativos educativos em comparação aos métodos tradicionais de estudo, como apostilas, livros e cadernos. Essa preferência significativa aponta para uma crescente valorização das tecnologias digitais na educação, destacando a flexibilidade e a interatividade que os aplicativos oferecem. Esses recursos digitais podem proporcionar uma experiência de aprendizado mais dinâmica e personalizada (Sant’Anna, 2022), o que pode estar atraindo a maioria dos usuários para essa abordagem moderna.

Gráfico 08 – Você prefere usar aplicativos educacionais em comparação aos métodos tradicionais de estudo (apostila, livros, cadernos, etc.) ?

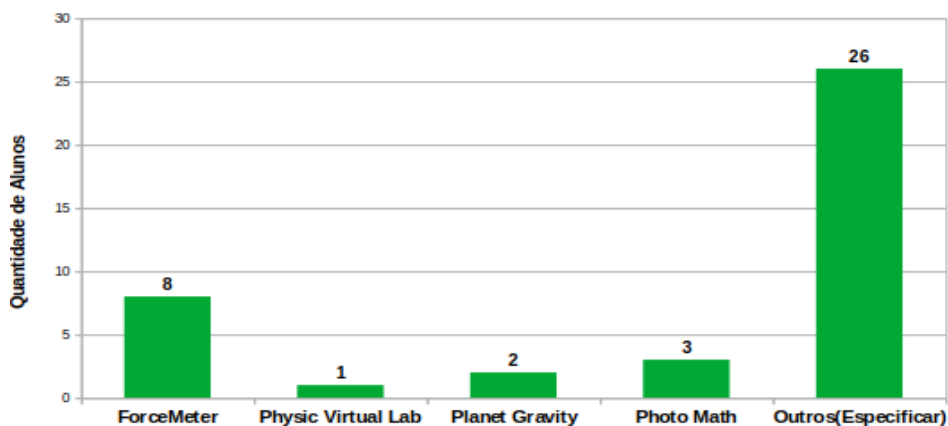


Fonte: Elaborado pelos autores(as)

Por outro lado, 5% dos respondentes preferem métodos tradicionais de estudo, o que indica uma preferência por abordagens mais convencionais e estabelecidas. Além disso, 28% dos usuários utilizam ambos os métodos igualmente, refletindo uma abordagem equilibrada que combina as vantagens dos aplicativos com os benefícios dos métodos tradicionais. Outros 18% não têm uma preferência clara, sugerindo uma atitude neutra ou a adaptação às necessidades do momento. Esses dados evidenciam que, enquanto há uma clara inclinação para o uso de tecnologias digitais, ainda existe uma diversidade de preferências e a possibilidade de uma integração harmoniosa entre métodos tradicionais e digitais no processo educativo.

O gráfico 09 como é mostrado a seguir, diz que dos 40 alunos entrevistados, 20% afirmaram já ter utilizado o aplicativo ForceMeter, enquanto apenas 2,5% relataram experiência com o Physic Virtual Lab. o Planet Gravity foi mencionado por 5% dos alunos, e o Photo Math por 7,5%. no entanto, a maioria, correspondente a 65%, indicou o uso de outros tipos de aplicativos educativos, demonstrando uma diversidade de ferramentas utilizadas para o aprendizado. esses dados sugerem que, embora alguns aplicativos específicos sejam conhecidos, a preferência dos alunos está voltada para uma variedade maior de recursos tecnológicos.

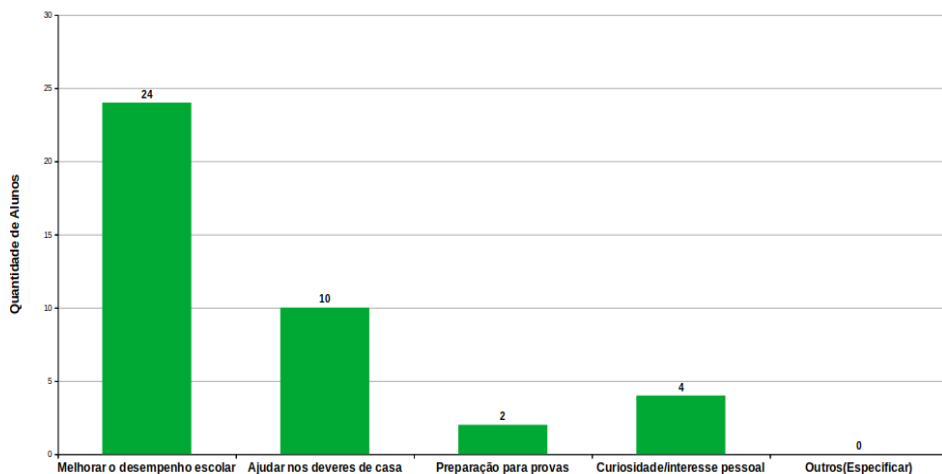
Gráfico 09 – Quais aplicativos educativos você já utilizou?



Fonte: Elaborado pelos autores

O gráfico 10 mostra o resultado do que motiva os alunos para o uso dessas ferramentas tecnológicas disponibilizadas em sua maioria de forma gratuita.

Gráfico 10 – Qual é a sua motivação para usar aplicativos Educativos?



Fonte: Elaborado pelos autores

Entre os 40 alunos entrevistados, a maioria (60%) afirmou que sua principal motivação para usar aplicativos educativos é melhorar o desempenho escolar. além disso, 25% dos alunos utilizam esses aplicativos para ajudar nos deveres de casa, enquanto 5% os utilizam para preparação para provas. já 10% dos estudantes declararam que o uso desses aplicativos é motivado por curiosidade ou interesse pessoal. nenhum aluno indicou outra motivação, evidenciando que o principal fator para a adoção dessas ferramentas é o aprimoramento do aprendizado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, exploramos o uso de laboratórios virtuais para subsidiar o ensino de conceitos fundamentais da física, utilizando três aplicativos: *Physic Virtual Lab*, *Force Meter* e *Planet Gravity*. Cada um desses aplicativos foi integrado ao processo de ensino-aprendizagem com o objetivo de facilitar a compreensão de tópicos importantes como o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV), o princípio de conservação da energia e do momento linear, além da gravitação universal. O aplicativo *Force Meter* foi empregado para trabalhar o MRUV, proporcionando uma visualização clara das variações de velocidade e aceleração ao longo do tempo. Isso permitiu aos estudantes experimentarem e testarem o comportamento de corpos em movimento retilíneo de maneira prática e dinâmica.

No *Physic Virtual Lab*, a abordagem focou na conservação da energia e do momento linear. Esse aplicativo possibilitou simulações detalhadas, permitindo a observação direta da transformação e transferência de energia em diferentes sistemas, bem como a conservação do momento linear em colisões e interações entre corpos. Por fim, o *Planet Gravity* foi utilizado para explorar a gravitação universal, permitindo a simulação de sistemas gravitacionais complexos. Este aplicativo ajudou a visualizar a interação entre corpos celestes e a compreender a influência das forças gravitacionais em diferentes escalas. A utilização desses três aplicativos se mostrou eficaz como ferramenta pedagógica complementar, enriquecendo o ensino dos conteúdos trabalhados. Os laboratórios virtuais permitiram uma experimentação mais envolvente e interativa, que facilitou o entendimento dos conceitos abstratos e ampliou a capacidade dos alunos de aplicar o conhecimento teórico em situações práticas simuladas.

Conclui-se que os laboratórios virtuais, quando integrados de maneira planejada ao ensino, são capazes de potencializar a aprendizagem dos estudantes, especialmente em disciplinas como a física, onde a experimentação prática é essencial para a compreensão profunda dos fenômenos.

REFERÊNCIAS

BEI EDUCAÇÃO. **Uso de tecnologias digitais nas escolas depende de maior formação, mostra pesquisa.** BEI Educação, 28 jul. 2022. Disponível em: <https://beieducacao.com.br/2022/07/28/dificuldades-para-adotar-tecnologias-digitais-nas-escolas/>. Acesso em: 17 mar. 2025.

CARVALHO, A.M.P. **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática.** São Paulo: Cengage Learning, 2013.

GEER, R., White, B., & Zeegers, Y. (2017). **Emerging technologies and changing learning/teaching practices.** *British Journal of Educational Technology*, 48(3), 816-823.

LIRA JUNIOR, J. G. C. **Uso do Aplicativo Kahoot em Smartphone e Tablet: Uma Proposta para o Ensino de Eletrodinâmica.** 2019. Dissertação de Mestrado. Disponível em: polo-37-dissertacao-josegilberto.pdf Acesso em 30.10.2024.

MOCHILA DIGITAL. **A importância crescente do uso de aplicativos na escola para modernizar o ensino.** *Mochila Digital*, 4 jul. 2024. Disponível em: <https://mochiladigital.fia.com.br/2024/07/04/a-importancia-crescente-do-uso-de-aplicativos-na-escola-para-modernizar-o-ensino/>. Acesso em: 17 mar. 2025.

PUC MINAS. **10 aplicativos de estudos que podem facilitar sua rotina.** *Conexão PUC Minas*, 2023. Disponível em: <https://conexao.pucminas.br/blog/dicas/10-aplicativos-de-estudos/>. Acesso em: 17 mar. 2025.

REIS, P. M. R. **Atividades com Smartphones para o Ensino de Física: Uma Proposta para o Ensino de Movimento Uniforme e Queda Livre.** 2020. Dissertação (Mestrado) – MNPEF, UFPA, R. Augusto Corrêa, 01 - Guamá, Belém - PA, 66075-110.

REDE NACIONAL DE ENSINO E PESQUISA – RNP. **Inclusão digital na educação: um caminho para o acesso igualitário.** *RNP*, 2025. Disponível em: <https://www.rnp.br/inclusao-digital-na-educacao-um-caminho-para-o-acesso-igualitario/>. Acesso em: 17 mar. 2025.

Sant’Anna, D. V. **Recursos Digitais para o Ensino e Aprendizagem na Educação Básica.** *Revista Brasileira de Educação*. 2022.

SILVA, A. T. B. **Dispositivos móveis utilizados pelos professores em sala de aula: estudo de caso da rede municipal de educação de Palhoça/SC.** 152 f. Dissertação (Mestrado em Educação) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

DELAMUTA, B. H et al. **O uso de aplicativos para o ensino de química: uma revisão sistemática de literatura.** *ResearchGate*. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/351343048_O_uso_de_aplicativos_para_o_ensino_de_Quimica_Uma_revisao_sistematica_de_literatura. Acesso em: 17 mar. 2025.

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

APRENDIZAGEM ATIVA E SUSTENTABILIDADE: APLICANDO CONCEITOS DE TERMODINÂMICA EM PROJETOS DE HIDROPONIA NO ENSINO MÉDIO

Lauro Henrique Santana da Silva¹

Charles da Rocha Silva²

1- INTRODUÇÃO

O ensino de física, tradicionalmente centrado na abordagem teórica e abstrata, muitas vezes enfrenta desafios para se conectar com o cotidiano dos alunos, dificultando a compreensão de conceitos complexos. Nesse contexto, as metodologias ativas têm se destacado como uma alternativa eficaz para promover um aprendizado mais dinâmico e significativo, permitindo que os estudantes se envolvam diretamente com os conteúdos por meio da aplicação prática de conceitos científicos (Freire, 1996; Moran, 2013). A utilização de projetos interdisciplinares que conectam a teoria com a prática tem se mostrado particularmente eficaz no ensino de ciências, proporcionando aos alunos uma aprendizagem mais contextualizada e engajante (Costa et al., 2021).

Este artigo propõe analisar a aplicação de uma metodologia ativa no ensino de física a partir de um projeto de hidroponia realizado em três escolas públicas de ensino médio de Belém do Pará. A partir da construção de hortas hidropônicas, os alunos do segundo ano tiveram a oportunidade de explorar conceitos da termodinâmica, como calor, temperatura e equilíbrio térmico, em um ambiente prático que favorece a integração entre teoria e prática. Segundo Piaget (1976), essa aproximação entre o conhecimento teórico e a experiência prática é essencial para o desenvolvimento cognitivo dos alunos, especialmente em disciplinas que envolvem conceitos abstratos, como a física.

Ao utilizar a hidroponia como ferramenta pedagógica, o projeto busca não só melhorar a compreensão dos conceitos de física, mas também gerar uma

1 Mestrando do Programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) - Polo 37 - UFPA. Professor de física da SEDUC-PA E-mail: laurosantanamortal@gmail.com.

2 Docente colaborado do Programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) - Polo 37 - UFPA. Professor do Instituto Federal do Pará. E-mail: charles.rocha@ifpa.edu.br.

reflexão sobre a aplicação desses conhecimentos em situações reais, contribuindo para a formação de cidadãos mais conscientes e engajados com o meio ambiente (Vygotsky, 1991). A incorporação de práticas sustentáveis no ambiente escolar, como a hidroponia, tem o potencial de estimular a reflexão sobre a importância da ciência na promoção da sustentabilidade (Freire, 1996).

Além disso, o projeto propõe investigar os impactos da hidroponia no microclima das escolas, considerando como as condições térmicas podem ser influenciadas pela presença das hortas. A coleta de dados, como medições de temperatura e pH, tem como objetivo avaliar o efeito desse sistema de cultivo nas condições ambientais das escolas, além de fornecer aos alunos uma experiência prática no campo da ciência experimental (Costa et al., 2021).

Este artigo busca apresentar a estrutura e a metodologia do projeto, discutir os resultados esperados e refletir sobre os potenciais benefícios do uso de práticas pedagógicas inovadoras para o ensino de física, com foco na integração entre ciência, tecnologia e sustentabilidade.

2 - REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 - A TERMODINÂMICA E SUA EVOLUÇÃO HISTÓRICA

A termodinâmica é uma área fundamental da física que investiga como a energia térmica se transforma e interage com outros tipos de energia, sendo essencial para compreender fenômenos naturais e tecnológicos. Sua história começa no século XVII, com as primeiras tentativas de aproveitar o calor para realizar trabalho, culminando no desenvolvimento das máquinas a vapor, uma inovação que impulsionou a Revolução Industrial (SONNTAG; BORGNAKKE, 2011).

O marco inicial foi o trabalho de Otto von Guericke, que criou a primeira bomba de vácuo em 1650. Posteriormente, Denis Papin aprimorou esses conceitos ao projetar um precursor das máquinas a vapor em 1690. James Watt, em 1765, revolucionou a eficiência dessas máquinas, tornando-as práticas para uso industrial (CALLISTER; RETHWISCH, 2018).

Sadi Carnot, em 1824, foi pioneiro ao formular uma teoria matemática sobre a eficiência das máquinas térmicas, introduzindo o conceito de ciclo termodinâmico ideal. Suas ideias abriram caminho para o desenvolvimento das leis da termodinâmica. Rudolf Clausius, em 1850, consolidou o segundo princípio ao definir a entropia, enquanto William Thomson (Lord Kelvin) refinou as definições de energia térmica e temperatura absoluta (MORAN; SHAPIRO, 2013). Além de suas aplicações tecnológicas, a termodinâmica possui relevância em processos biológicos e ambientais. Por exemplo, a compreensão das trocas de calor em organismos vivos e o estudo do efeito estufa são diretamente ligados aos

seus princípios. No contexto educacional, conectar esses avanços históricos à vida cotidiana ajuda os estudantes a entenderem a importância da física na evolução tecnológica e nas questões globais contemporâneas (BACICH; MORAN, 2018).

2.2 - HIDROPONIA: CONCEITOS, VANTAGENS E APLICAÇÕES EDUCACIONAIS

A hidroponia é uma técnica de cultivo de plantas que não utiliza solo, baseando-se em uma solução nutritiva composta por água e minerais essenciais para o crescimento das plantas. O termo “hidroponia” foi originalmente cunhado por William F. Gericke, da Universidade da Califórnia, na década de 1930, que demonstrou a viabilidade de cultivar plantas em água rica em nutrientes (RESH, 2013). Essa técnica foi inicialmente desenvolvida como uma solução para a escassez de solo fértil e, ao longo do tempo, evoluiu para um sistema eficiente e amplamente utilizado tanto em ambientes controlados como estufas quanto em sistemas externos com o uso de tecnologias avançadas.

A principal vantagem da hidroponia sobre o cultivo convencional é a utilização otimizada de recursos, especialmente água e espaço. Segundo Santos (2015), enquanto a agricultura tradicional pode demandar grandes volumes de água, a hidroponia utiliza até 90% menos água, o que a torna uma alternativa mais sustentável, especialmente em áreas com escassez hídrica. Além disso, as plantas em sistemas hidropônicos geralmente crescem mais rápido, uma vez que têm acesso direto aos nutrientes essenciais, sem as limitações que o solo pode impor, como a compactação ou a falta de elementos químicos necessários.

A hidroponia também oferece um maior controle sobre o ambiente de cultivo. Variáveis como temperatura, pH, luminosidade e concentração de nutrientes podem ser ajustadas de forma precisa, proporcionando condições ideais para o crescimento das plantas. Isso pode resultar em um rendimento superior e mais uniforme. De acordo com Resh (2013), é possível cultivar uma variedade de plantas, desde hortaliças até frutas, sem as limitações impostas pelo clima e pelo solo, o que é uma grande vantagem em regiões com terrenos áridos ou poluídos.

No contexto educacional, a hidroponia é uma excelente ferramenta para a aplicação de conceitos de ciências e física. Estudantes podem explorar a dinâmica de soluções aquosas e os princípios físicos que regem o transporte de água e nutrientes nas plantas. O estudo de fenômenos como a capilaridade, a pressão osmótica e a condução de calor se tornam mais tangíveis quando são observados em sistemas hidropônicos, permitindo que os alunos percebam a relevância de teorias físicas para entender processos biológicos. Além disso, a implementação de sistemas hidropônicos em escolas proporciona uma experiência prática e concreta de aprendizado, engajando os alunos em atividades experimentais que conectam a teoria à prática.

2.3 - METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO MÉDIO

As metodologias ativas têm ganhado destaque nas últimas décadas como uma abordagem pedagógica que busca transformar o papel do aluno de receptor passivo para protagonista do seu processo de aprendizagem. Essas metodologias são caracterizadas pela participação ativa dos estudantes em atividades práticas, projetos, discussões e problematizações que estimulam o desenvolvimento de habilidades cognitivas, sociais e emocionais (BACICH; MORAN, 2018).

No contexto do ensino de física, a aplicação de metodologias ativas permite que os alunos conectem os conceitos abstratos da disciplina com situações concretas do cotidiano. De acordo com Freire (1996), a educação deve ser um processo de problematização, no qual o aluno compreende a realidade ao interagir com ela de forma crítica e reflexiva. Em vez de simplesmente memorizar fórmulas e teorias, os estudantes se envolvem em atividades práticas que exigem que eles compreendam o funcionamento dos conceitos físicos para resolver problemas reais.

Uma das metodologias ativas eficazes no ensino de física é o ensino por projetos, no qual os alunos trabalham em grupos para desenvolver soluções para problemas do mundo real. Quando aplicada ao estudo da termodinâmica, por exemplo, essa metodologia pode envolver a construção de modelos de sistemas térmicos, como um sistema hidropônico, que permite aos alunos explorarem os princípios da transferência de calor, eficiência energética e conservação de energia. Lopes et al. (2020) destacam que a utilização de projetos como a hidroponia no ensino médio promove uma aprendizagem contextualizada e significativa, onde o conteúdo é aplicado em situações práticas.

Além disso, a aprendizagem baseada em problemas (PBL) é outra estratégia que envolve os alunos na solução de problemas complexos, estimulando o pensamento crítico e a capacidade de trabalhar em equipe. Essa abordagem é especialmente eficaz na física, pois os alunos podem aplicar os princípios da termodinâmica para resolver desafios reais, como o controle de temperatura e eficiência energética em sistemas tecnológicos, como no caso dos sistemas hidropônicos.

A utilização dessas metodologias no ensino de física também fomenta o desenvolvimento de competências transversais, como a comunicação, a colaboração e a resolução de problemas. Bacich e Moran (2018) enfatizam que essas competências são essenciais não apenas para a formação acadêmica dos alunos, mas também para sua inserção no mercado de trabalho, onde a capacidade de lidar com situações complexas e trabalhar em equipe é altamente valorizada.

2.4 - A RELAÇÃO TEÓRICA ENTRE TERMODINÂMICA E HIDROPO- NIA NO ENSINO MÉDIO

A termodinâmica e a hidroponia estão profundamente interligadas, especialmente quando se considera a aplicação dos conceitos físicos envolvidos na gestão de energia e no controle de sistemas. No contexto educacional, a termodinâmica pode ser explorada de maneira prática e concreta por meio do estudo de sistemas hidropônicos, oferecendo aos alunos a oportunidade de observar como as leis físicas se aplicam diretamente em um sistema de cultivo real. Segundo Moran e Bacich (2018), a interdisciplinaridade e a aplicação prática de conceitos de diferentes áreas do conhecimento são fundamentais para um aprendizado significativo no ensino médio, o que torna a combinação da termodinâmica com a hidroponia uma excelente estratégia educacional.

A termodinâmica, com seus princípios fundamentais, oferece uma base teórica importante para entender o funcionamento da hidroponia. O primeiro princípio da termodinâmica, que trata da conservação de energia, é essencial para o entendimento de como a energia elétrica utilizada em sistemas hidropônicos (como nas bombas de água e nas lâmpadas de cultivo) se converte em outras formas de energia, como calor e trabalho. Essa transformação de energia é um aspecto central nos sistemas hidropônicos, especialmente no controle de temperatura e na otimização da iluminação artificial. A energia necessária para manter a temperatura ideal das soluções nutritivas e dos ambientes de cultivo pode ser analisada e otimizada com base nos conceitos termodinâmicos (SONNTAG; BORGNAKKE, 2011).

Já o segundo princípio da termodinâmica, que envolve a entropia, também tem relevância direta na hidroponia. A entropia descreve a tendência dos sistemas naturais para o aumento da desordem, e isso se reflete, por exemplo, nas perdas de energia que ocorrem durante a circulação da solução nutritiva e na troca de calor entre os componentes do sistema. Ao estudar o ciclo de energia em um sistema hidropônico, os alunos podem entender como as ineficiências do sistema podem ser reduzidas, aplicando princípios de termodinâmica para melhorar o desempenho de tecnologias como sistemas de resfriamento e aquecimento de soluções (CALLISTER; RETHWISCH, 2018).

Além disso, a termodinâmica pode ser explorada no estudo de fenômenos como pressão osmótica e capilaridade, que são cruciais para o transporte de água e nutrientes nas plantas em um sistema hidropônico. O conceito de energia potencial da água em um sistema hidropônico é um exemplo prático de como as leis da termodinâmica podem ser aplicadas para compreender os processos que ocorrem nas raízes das plantas, sem o uso de solo (RESH, 2013).

Esses conceitos não só permitem que os estudantes compreendam a física por trás dos sistemas biológicos, mas também fornecem uma plataforma para discutir questões de eficiência energética e sustentabilidade. A hidroponia, ao ser implementada no ensino médio, oferece um campo fértil para o estudo interdisciplinar, onde a física, a biologia e as ciências ambientais se encontram, tornando o aprendizado mais significativo e engajante para os alunos. Segundo Lopes et al. (2020), a utilização da hidroponia no ensino permite uma aprendizagem contextualizada, que conecta teoria e prática, além de promover o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas e colaboração.

3 - METODOLOGIA

Este projeto foi desenvolvido em três escolas públicas de ensino médio localizadas em Belém do Pará, com a participação de alunos do segundo ano. O objetivo foi integrar os conceitos de termodinâmica ao cultivo de hortas hidropônicas em telhas de fibrocimento, promovendo uma aprendizagem ativa que conectasse a teoria com a prática. A proposta buscou mostrar aos alunos como a física pode ser aplicada no cotidiano, utilizando a hidroponia como uma plataforma para explorar conceitos como calor, temperatura, equilíbrio térmico e outros temas da termodinâmica. A figura 1 apresenta uma horta hidropônica dos alunos.

Figura 1: Sementes germinadas em um sistema hidropônico desenvolvido pelos alunos.



Fonte: Acervo dos autores.

Ao envolver os alunos na construção e acompanhamento das hortas, o projeto possibilitou que eles observassem e analisassem variáveis como temperatura e pH, compreendendo a aplicação prática dos princípios aprendidos em sala de aula. A metodologia ativa favoreceu um aprendizado mais dinâmico e envolvente, conforme defendido por Moran (2013), ao integrar teoria e prática em um contexto real.

Além disso, o projeto permitiu que os alunos desenvolvessem habilidades como observação crítica, trabalho em equipe e resolução de problemas. A interação com as hortas hidropônicas também proporcionou uma maneira concreta de compreender os fenômenos termodinâmicos, como temperatura e troca de calor, o que contribuiu para uma aprendizagem mais significativa (Costa et al., 2021).

3.1- PLANEJAMENTO E PREPARAÇÃO

O início do projeto, em setembro, foi marcado por aulas teóricas que abordaram os principais conceitos de termodinâmica, como calor, temperatura, equilíbrio térmico, máquina a vapor e outros tópicos. Durante as aulas, os alunos foram incentivados a relacionar os conceitos de física com a construção e operação das hortas hidropônicas, entendendo como esses princípios se manifestam no funcionamento do sistema. De acordo com Moran (2013), o uso de metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em projetos, favorece a construção do conhecimento de forma mais significativa, integrando teoria e prática.

Figura 2: Construção do sistema hidropônico pelos alunos.



Fonte: Acervo dos autores.

3.1.1- Construção das Hortas Hidropônicas

Após a base teórica, iniciou-se a construção das hortas hidropônicas nas três escolas, com a participação ativa dos alunos. Eles foram envolvidos em todas as etapas, desde o planejamento até a implementação, o que permitiu uma aplicação prática dos conceitos discutidos. A construção das hortas não apenas proporcionou uma oportunidade de aplicar a física, mas também permitiu que os alunos observassem diretamente os fenômenos de troca de calor e a dinâmica térmica no ambiente das hortas. Esse processo é alinhado com o que Costa et al. (2021) afirmam sobre a importância das experiências práticas para a consolidação dos conhecimentos científicos.

3.1.2- Aplicação do Questionário

Durante o processo, foi aplicado um questionário contendo perguntas que abordaram a relação entre a física e o funcionamento das hortas hidropônicas. O questionário teve como objetivo avaliar o entendimento dos alunos sobre a aplicação dos conceitos de termodinâmica na prática, além de medir o impacto dessa metodologia ativa no aprendizado dos alunos. Piaget (1976) defende que a interação ativa dos alunos com o ambiente de aprendizagem é essencial para o desenvolvimento cognitivo, e esse questionário ajudou a medir essa interação.

3.1.4- Coleta de Dados

A fase de coleta de dados está em andamento. Para monitorar as condições das hortas e o impacto da hidroponia no microclima da escola, os alunos utilizam instrumentos como medidores de pH e termômetros digitais. O medidor de pH é utilizado para monitorar a acidez da solução nutritiva, essencial para o bom desenvolvimento das plantas. Já o termômetro digital é empregado para registrar as variações de temperatura no ambiente das hortas e nas salas de aula, possibilitando uma análise detalhada das condições térmicas e seu impacto na produtividade das plantas. Esses dados são coletados periodicamente pelos alunos e serão analisados para identificar possíveis correlações entre as condições ambientais e o crescimento das plantas, conforme sugerido por Vygotsky (1991), que destaca a importância da mediação do professor e dos instrumentos de aprendizagem para o desenvolvimento do conhecimento.

4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos dados coletados ao longo do projeto permitirá uma avaliação aprofundada dos impactos da metodologia ativa e do cultivo hidropônico no ensino de física. Embora o projeto ainda esteja em andamento e os resultados definitivos não possam ser apresentados, algumas tendências e expectativas podem ser discutidas à luz dos objetivos estabelecidos.

4.1 - COMPREENSÃO DOS CONCEITOS DE TERMODINÂMICA

Um dos principais objetivos do projeto é observar se os alunos conseguem estabelecer conexões entre os conceitos de termodinâmica abordados em sala de aula e as situações práticas nas hortas hidropônicas. Com base na metodologia ativa, espera-se que os alunos demonstrem uma melhor compreensão dos conceitos de calor, temperatura e equilíbrio térmico, aplicando-os ao monitoramento das condições ambientais das hortas. Se os resultados das análises dos questionários indicarem um aumento no entendimento dos conceitos, isso corroborará a eficácia da aprendizagem ativa como ferramenta para o ensino de física. Essa expectativa está em linha com as conclusões de Moran (2013), que destacam a eficácia das metodologias ativas em engajar os alunos e promover uma aprendizagem mais significativa.

4.2 - DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES CIENTÍFICAS

A interação dos alunos com as hortas também possibilita o desenvolvimento de habilidades práticas, como coleta de dados, análise e resolução de problemas. Caso os resultados indiquem que os alunos foram capazes de realizar medições precisas e tirar conclusões com base nos dados coletados, isso evidenciará o potencial da metodologia para desenvolver habilidades científicas essenciais. A observação crítica e a análise de dados, conforme sugerido por Costa et al. (2021), são habilidades fundamentais no processo de aprendizagem científica e podem ser ampliadas por meio de projetos que envolvem a experimentação prática. A expectativa é que esses resultados não apenas melhorem a compreensão dos conteúdos, mas também promovam um envolvimento maior dos alunos com o processo científico.

4.3 - IMPACTO NO MICROCLIMA DAS ESCOLAS

Outro resultado esperado é o impacto das hortas hidropônicas no microclima das escolas. A coleta de dados sobre temperatura e pH permitirá uma análise detalhada das condições ambientais em que as plantas estão crescendo e, eventualmente, sua relação com o ambiente escolar. A expectativa é que a presença das hortas contribua para uma maior estabilização da temperatura

no ambiente escolar, proporcionando um ambiente mais confortável para o aprendizado. Caso os dados indiquem uma variação positiva nas condições térmicas ou uma+ melhoria nas características do ar, isso reforçará a ideia de que a hidroponia pode não só ser benéfica para o aprendizado de ciências, mas também para a melhoria do ambiente escolar como um todo. A relação entre esses fatores e os princípios da termodinâmica pode ser analisada em termos de troca de calor, absorção de radiação solar pelas plantas e a influência dessas variáveis na temperatura ambiente.

4.4 - MOTIVAÇÃO E ENGAJAMENTO DOS ALUNOS

A motivação dos alunos é outro aspecto importante da metodologia ativa, e a análise das respostas dos questionários permitirá avaliar se os alunos se sentiram mais engajados com o conteúdo de física. Caso os resultados mostrem um aumento no interesse e na participação dos alunos nas aulas, isso fortalecerá a argumentação de que o ensino baseado em projetos e na prática pode promover maior envolvimento e engajamento. A literatura sobre metodologias ativas, como a de Piaget (1976) e Vygotsky (1991), sugere que o aprendizado prático e contextualizado não só facilita a compreensão de conceitos, mas também motiva os alunos a se aprofundarem no conteúdo de maneira mais autônoma.

4.5 - POSSÍVEL MELHORIA NO DESEMPENHO ACADÊMICO

Embora o foco do projeto seja mais voltado para o aprendizado prático, uma possível consequência positiva pode ser a melhoria no desempenho acadêmico dos alunos, especialmente nas áreas relacionadas à termodinâmica. A integração de teoria e prática pode ajudar a consolidar os conhecimentos de física, tornando-os mais acessíveis e aplicáveis para os alunos. Caso haja um aumento nas notas ou na performance dos alunos em avaliações sobre termodinâmica, isso indicaria que a metodologia ativa tem um impacto positivo no aprendizado de conteúdos complexos, como os da termodinâmica.

4.6 - IMPACTO NA COMUNIDADE ESCOLAR E SUSTENTABILIDADE

Finalmente, a presença das hortas hidropônicas pode gerar impactos significativos na comunidade escolar. A conscientização sobre práticas sustentáveis e a promoção de um ambiente de aprendizagem mais dinâmico são efeitos indiretos esperados do projeto. A interação entre alunos e o cultivo das plantas pode estimular o interesse por práticas ambientais e sustentáveis, reforçando a importância da ciência e da educação para a sustentabilidade. Caso o projeto inspire outras escolas a adotar metodologias semelhantes, isso indicaria que a abordagem tem um potencial transformador além das salas de aula.

5 - CONCLUSÃO

O projeto desenvolvido nas três escolas públicas de Belém do Pará tem como objetivo integrar a teoria da termodinâmica à prática do cultivo hidropônico, utilizando metodologias ativas para promover uma aprendizagem mais dinâmica e engajada entre os alunos do segundo ano do ensino médio. Ao conectar os conceitos de calor, temperatura e equilíbrio térmico com um contexto real de aplicação, o projeto busca mostrar aos alunos a relevância dos conteúdos científicos em situações cotidianas, além de estimular o desenvolvimento de habilidades práticas e científicas essenciais. Até o momento, os resultados esperados indicam que a metodologia ativa adotada tem o potencial de melhorar a compreensão dos conceitos de física, desenvolver competências como a observação crítica e análise de dados, e aumentar o engajamento dos alunos. A hidroponia, ao ser utilizada como plataforma de aprendizagem, não só favorece a aplicação prática dos conhecimentos teóricos, mas também oferece uma oportunidade para estudar os impactos desses sistemas no microclima das escolas, criando um ambiente mais propício para o aprendizado.

Apesar de o projeto ainda estar em fase de coleta de dados, os primeiros indícios sugerem que a metodologia ativa pode ser uma ferramenta eficaz para o ensino de ciências, especialmente no que se refere a conceitos complexos como os da termodinâmica. A utilização de medições de pH e temperatura e o acompanhamento das hortas proporcionam uma forma concreta de aplicar a teoria em experimentos reais, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa e duradoura.

A continuidade do projeto permitirá uma análise mais aprofundada dos impactos da hidroponia tanto no aprendizado dos alunos quanto nas condições ambientais das escolas. Espera-se que, com o avanço da coleta de dados, seja possível confirmar as hipóteses levantadas e, eventualmente, expandir essa metodologia para outras escolas e disciplinas. Além disso, o projeto também se destaca por seu potencial de incentivar práticas sustentáveis e de promover a conscientização ambiental, ampliando os benefícios da aprendizagem além dos conteúdos de física.

Com base nos resultados esperados, conclui-se que a integração de práticas pedagógicas inovadoras, como o uso da hidroponia no ensino de ciências, pode representar um avanço significativo na forma como o conhecimento científico é transmitido e absorvido pelos alunos, contribuindo para a formação de cidadãos mais críticos, autônomos e conscientes de seu papel na sociedade e no meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- CALLISTER, W.; Rethwisch, D. **Fundamentos da termodinâmica**. Editora ABC, 2018.
- COSTA, A. P.; Silva, L. F.; Almeida, D. R. **Metodologias ativas no ensino de ciências: um estudo de caso**. *Revista Brasileira de Educação*, v. 26, p. 1-19, 2021.
- DEWEY, J. **Democracia e educação: uma introdução à filosofia da educação**. 1. ed. São Paulo: Editora Vozes, 2001.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Editora Paz e Terra, 1996.
- LOPES, A., et al. **O ensino por projetos no ensino médio**. Editora Delta, 2020.
- MORAN, J. Shapiro, P. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: o que são, como funcionam e como usar em sala de aula**. 2. ed. São Paulo: Pearson, 2013.
- NOVAK, J. D. **Aprendizagem significativa: uma perspectiva construtivista para o ensino de ciências**. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011.
- PIAGET, J. **A psicologia da criança**. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1976. Resh, H. **Cultivos hidropônicos**. 5ª ed. São Paulo: Editora MP, 2013.
- SANTOS, A. A. **A hidroponia como alternativa sustentável**. Editora Brasil, 2015.
- SONNTAG, R. E.; Borgnakke, C. **Fundamentos de termodinâmica**. 8ª ed. Editora Zahar, 2011.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. Editora Martins Fontes, 1991.

A TERMOLOGIA NO CONTEXTO AMAZÔNICO, UM OLHAR ETNOFÍSICO

Erasmão da Silva Ribeiro¹

Maria da Conceição Gemaque de Matos²

INTRODUÇÃO

A física é uma das áreas das ciências da natureza mais fascinantes. Ela está à nossa volta e tem aplicação direta no cotidiano, seja por meio de ferramentas, aplicação tecnológica, máquinas. Muitas vezes vamos encontrar fenômenos físicos presente no nosso cotidiano aplicado através do conhecimento tradicional de diversas culturas, que passam a ser transmitido para novas gerações sem fundamentação na ciência. Frequentemente, os estudantes não conseguem associar a sabedoria popular ao que é aprendido em sala de aula. Às vezes, até mesmo o professor não associa esses conhecimentos.

A construção histórica e cultural do conhecimento popular e científico se deu sob saberes sistematizados, com interesses econômicos, sociais e políticos até haver um paradigma que a física pudesse ultrapassar por meio de revoluções científicas (Polito, 2016). E a etnofísica busca ligar o conhecimento popular ao conhecimento científico. A riqueza desse pensamento popular e a sua aplicação no contexto teórico da terminologia passou a ser o objeto de estudo deste artigo.

Assim, essa pesquisa destaca problemas ligados à formação da sabedoria popular (doxa ou de senso comum) vinculados ao conhecimento científico, considerando a realidade do aluno no cenário sociocultural amazônico, com o olhar voltado ao ensino da terminologia na vida do estudante paraense. Nesta perspectiva buscamos responder: Como associar os saberes amazônicos tradicionais ao ensino de terminologia? Essa relação contribui para um entendimento mais profundo e contextualizado dos conceitos de calor e temperatura, portanto, como esses conhecimentos podem ser integrados ao ensino de física, no contexto da etnofísica?

1 Mestrando do Programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) - Polo 37 - UFPA. Professor da Prefeitura Municipal de Ananindeua. E-mail: erasmoribeiro13@gmail.com.

2 Docente do Programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) - Polo 37 - UFPA. E-mail: cgemaquematos@gmail.com.

O objetivo deste artigo é verificar na literatura os conhecimentos tradicionais amazônicos e associá-los aos conceitos de calor e temperatura, identificando seus princípios e aplicações no contexto amazônico do nordeste do Estado do Pará. Assim, poderá ser possível comparar esses conhecimentos com o ensino de física, buscando pontos de convergência e divergência.

A metodologia presente neste estudo é de cunho bibliográfico, fazendo uma revisão da literatura através de materiais que abordam a temática da etnofísica no contexto do ensino de física na cultura amazônica paraense. Esse levantamento de dados a respeito do tema foi abordado de maneira interdisciplinar, como é previsto na Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018), identidade local, regionalização e interdisciplinaridade. (Brasil, 2018)

Para isso, a obtenção das fontes de artigos científicos, capítulos de livros, monografias e revistas foi fundamental para possibilitar o recorte sobre o tema. O artigo foi dividido em algumas seções para melhor direcionar o estudo. Os tópicos seguem a seguinte ordem: Revisão da literatura, Etnofísica, Contexto Amazônico, Terminologia e Ensino de física na realidade amazônica.

REVISÃO DA LITERATURA

Para discutir sobre a Etnofísica, iniciamos com uma revisão bibliográfica usando o termo “Etnofísica”. A investigação revelou 250 achados no Google Acadêmico (Google Scholar) sem especificar o período. Determinando o intervalo de 2014 até 2024, esse total reduz para 186 resultados. Ao empregar os descritores “etnofísica” e “ensino de física”, obtivemos um total de 86 achados para o mesmo intervalo de dez anos, um número bastante significativo para o tema selecionado.

Utilizando apenas o termo “etnofísica” em outra base de dados, a SciELO (Scientific Electronic Library Online), nada foi encontrado, contudo, quando pesquisado no Google Acadêmico, aparecem artigos da SciELO nos resultados do Google Acadêmico. No Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES temos 10 pesquisas sendo 01 Tese, 02 Dissertações, e no Mestrado Profissional vamos encontrar 07 Dissertações, entre 2014 e 2023. Sendo 04 desses trabalhos da Universidade Federal do Pará - UFPA (3 dissertações e 1 tese), uma dissertação e uma tese são do mesmo autor (Rosário, 2018 e 2023). Aqui destacamos a maior produção sobre etnofísica na modalidade do mestrado profissional nos critérios da pesquisa.

Na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações são apresentados 5 resultados, os mesmos vistos no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES. Selecionamos os 10 trabalhos do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES como base, são 9 dissertações e uma tese. Na Tabela 1, a seguir, descrevemos

títulos, autores, IEs e ano de produção de Teses e dissertações da Capes, entre 2014 e 2023, com tema desta pesquisa.

Tabela 1: Trabalhos selecionados do Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES.

Nome da Produção	Sigla IES	Ano	Produção	Autor
Material didático para o ensino de cinemática na eja com base no regionalismo amazônico paraense	UFPA	2021	Dissertação	Jose Marcelo Paiva Abreu
Etnofísica e gastronomia do noroeste mineiro: Possibilidades para uma prática pedagógica no ensino médio	UNIVATES	2017	Dissertação	Julio Cesar Rodrigues da Silva
Etnofísica na lavoura do arroz	ULBRA	2014	Dissertação	Bárbara da Silva Anacleto
A etnofísica nos anos iniciais do ensino fundamental	UNIR	2019	Dissertação	Iuri da Cruz Oliveira
Etnofísica: O processo de produção da farinha de mandioca como estratégia de ensino dos conceitos de Termodinâmica	UFPA	2021	Dissertação	Aderson da Silva Feio
Produção de farinha de mandioca: Investigando uma prática pedagógica na perspectiva da etnofísica para o ensino de física	UNIVATES	2016	Dissertação	Fatima de Jesus Soares Correa
A etnomatemática e a etnofísica da cerâmica produzida na vila “cuéra” Em Bragança (PA)	UFPA	2018	Dissertação	Samuel Antônio Silva do Rosario
Etnofísica paiter suruí: Dialogando sobre cosmologia	UNIR	2019	Dissertação	Kassia Priscilla Gonçalves de Almeida
A física da argila: Um estudo sobre a termodinâmica na produção de cerâmicas tradicionais	UFPA	2023	Tese	Samuel Antônio Silva do Rosario
Um curso de física aplicado à educação escolar indígena	UFMT	2016	Dissertação	Francisco Americo da Silva

Fonte: Os autores, 2025.

Os resultados encontrados mostram a importância de se pesquisar mais a área da etnofísica, um campo que pode ser muito bem explorado e incorporado no currículo de ciências e física. A Universidade Federal do Pará se destaca nessa revisão por ter mais produções entre as Instituições de Ensino Superior (IES).

A pesquisa em questão é importante, pois visa valorizar e expandir o conhecimento tradicional popular, integrando-o ao ensino de física. Para

embasar essa pesquisa, buscou-se na literatura, autores que falam sobre a Etnofísica. Entre eles, destacam autores obtidos como resultado da revisão da literatura: Abreu (2021), Silva (2017), Da Silva Anacleto (2014), Oliveira (2019), Feio (2021), Correa (2016), Rosario (2018) (2023), Almeida (2019), Silva (2016).

ETNOFÍSICA

Partimos da etimologia da palavra, origem, definição e evolução da palavra vamos encontrar que a etnofísica deriva de duas palavras. Define-se “Etno” como “uma ideia de etnia, de povo, de indivíduos: “etnografia”, e a palavra “Física” tem sua origem do “latim *physica*, *ae* ‘ciências naturais’, do grego *phusiká* ‘coisas naturais’, neutro do grego *phusikḗ,ês* significando ciência, estudo da natureza. Portanto, a Etnofísica é o conhecimento expresso de um grupo de pessoas, tendo uma etnia relacionados aos fenômenos Físicos.

Segundo Veraszto (2023, pág. 2):

etnofísica se trata de uma abordagem interdisciplinar que busca compreender como os conhecimentos tradicionais e culturais de diferentes grupos humanos estão relacionados com os fenômenos físicos do mundo natural. A etnofísica se concentra em estudar como as pessoas em sociedades tradicionais ou culturas específicas desenvolvem conceitos, práticas e entendimentos relacionados à física, sem necessariamente seguir os moldes da física formal ensinada nas escolas. De toda forma, um detalhamento mais aprofundado, com base em conceitos e fundamentos teóricos.

Souza (2013, p. 100) contribui acerca da Etnofísica ao afirmar que:

[...] um olhar etnofísico significa considerar ontologicamente³ o modo de ver, de interpretar, de compreender, de explicar, de compartilhar, de trabalhar, de lidar, de sentir os fenômenos físicos. Em outras palavras, o trabalho pedagógico com Etnofísica requer a apropriação da memória cultural do sujeito pesquisado, de seus códigos e símbolos, de seu universo microsocial.

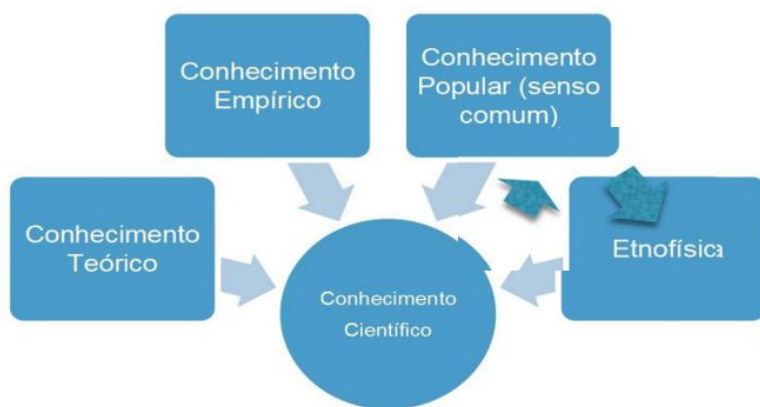
Já a etnociência, está ligada a etnofísica, que de acordo com Bastos (2013) *apud* Silva, (2017, pág. 38), se destaca como saberes populares, também chamados de senso comum, são observados por esses povos e repassados para cada geração. Esse saber popular explica os fenômenos naturais sem os critérios e sem o rigor científico da ciência moderna, porém seu conhecimento prático não está escrito nos livros. Exemplos dessa sabedoria da floresta estão nas

3 A ontologia é a ciência (filosófica) que versa sobre o ser em geral, ou seja, sobre as coisas que se supõe existir e sobre as suas propriedades. Ela é normalmente compreendida como uma teoria de categorias, como uma prescrição sobre o modo como todas as coisas existentes no universo podem ser classificadas e sobre a hierarquia a que estão submetidas. Empregado modernamente no sentido da metafísica. (POLITO, 2016, pág. 19)

plantas medicinais e profissões de ofício⁴ (mestre de ofícios) como: pescadores, agricultores, tecedores de rede de pesca, mulheres que confeccionam e pintam as cuias utilizadas no tacacá⁵. Esses conhecimentos práticos são passados por vocabulários próprios e regionais por seus parentes mais velhos, transmitidos por gerações.

Tal conhecimento que não é visto na escola e não é conectado ao que é visto na educação formal. Como Silva (2020, pág. 41-42) destaca, “a cultura de um aluno pode sugerir que ele seja um *cientista de senso comum* com teorias e práticas próprias”. (destaque do autor)

Imagem 1: A relação entre os saberes ou conhecimentos.



Fonte: Os autores, 2025.

Diante do exposto, como a Etnofísica poderia ser utilizada para o ensino e aprendizagem da Física em sala de aula?

Os conhecimentos tradicionais amazônicos, inclusive superstições, podem acrescentar exemplos sobre calor e temperatura complementando e enriquecendo o ensino de física. Segundo Moreira (2011) essa ligação de saberes torna a aprendizagem desse aluno mais significativa, visto que é a vivência desse aprendiz aplicada e construída por meio de investigação que liga os saberes tradicionais aos conhecimentos científicos.

A aprendizagem significativa é aquela em que as ideias expressas simbolicamente interagem de maneira não direta e sua interação não é com qualquer conceito anterior, mas sim com algum conhecimento pré-existente do aprendiz. (Moreira, 2011, p.11). E a etnofísica é uma forma de aproximar o ensino de física do contexto sociocultural dos alunos.

4 Profissionais que possuem larga expertise em mobilizar saberes em ocupações fundamentalmente procedimentais. Ele possui técnicas refinadas e elaboradas em função de seus longos anos de profissão. (SOUZA, 2015, pág. 104).

5 Comida típica da culinária amazônica.

Polito (2016, pág. 17) destaca que:

“Aristóteles, já havia dentro da filosofia, um discernimento entre conhecimento, teoria do conhecimento e metafísica que permanece válido até hoje. Os filósofos costumam definir conhecimento (epistème) como crença verdadeira justificada. Nessa formulação simples, encontram-se enraizados todos os problemas da epistemologia. Em primeiro lugar, conhecimento é crença. Para entender isso, consideremos um dos problemas mais prementes dentro da filosofia geral: o problema da realidade do mundo externo. Todos nós temos o hábito de tomar por reais todos os objetos que observamos, pois costumamos atribuir aos objetos que aparecem aos nossos cinco sentidos uma existência independente de nossas mentes. Contudo, sabemos que as percepções são representações mentais, ou seja, são resultado de uma reconstrução realizada dentro de nossos sistemas cognitivos”.

O trecho destaca que desde a antiguidade, filósofos como Aristóteles se debruçavam sobre a natureza do conhecimento, buscando definir o que constitui uma crença verdadeira e justificada. Essa busca milenar ecoa na contemporaneidade, especialmente quando consideramos a relação entre o saber tradicional e o conhecimento científico. Evidenciando a etnofísica, por exemplo, ela nos convida a explorar como diferentes culturas compreendem e explicam os fenômenos naturais.

Ao comparar essas explicações com os modelos científicos, podemos identificar tanto pontos em comum quanto divergências. Essa comparação não se trata de hierarquizar saberes, mas sim de reconhecer a riqueza e a complexidade de diferentes formas de conhecer o mundo.

Tratando-se de aprendizagem significativa, Carvalho (2014) enfatiza a importância de conectar novos conhecimentos a experiências e saberes prévios. Ao relacionar os conceitos físicos com as perspectivas da etnofísica e com as nossas próprias experiências, podemos construir um entendimento mais profundo sobre a natureza do conhecimento trazendo discussões para a sala de aula sobre o que é a verdade no meio científico e não científico. Uma forma de se interligar esses conhecimentos na área do ensino de física é o ensino de física associado a etnofísica/etnociência.

Assim, destacamos o Ensino de física, como um caminho com bastantes desafios para os docentes e alunos, e mesmo diante desses desafios vividos por cada docente, alguns são semelhantes e outros bem específicos (transporte, iluminação, período de cheias). Uma forma de potencializar esse aprendizado, é trabalhar os conteúdos de acordo com a realidade e o contexto social e cultural que esse aprendiz vivencia.

Despertando a curiosidade neste aprendiz, seja por meio de uma Sequência de Ensino por investigação (SEI) proposta por Carvalho (2014), onde se utiliza o método científico, tendo a Etnofísica como fio condutor desse espírito científico

e curioso, valorizando assim, seu conhecimento de senso comum, descartando o que ele já sabe, adicionando esse conhecimento prévio a um novo conhecimento, construído por meio da investigação. (MOREIRA, 2011)

É importante atribuir significado aos conceitos para que o ato de aprender seja mais significativo. Quando entendemos a essência por trás de uma ideia, conseguimos incorporá-la em nossa própria realidade e torná-la parte de nossa compreensão pessoal. Dessa forma, ao dar significado aos conceitos, tornamos o processo de aprendizado mais completo e significativo.

Os alunos têm contato com a física desde cedo, em casa, mas muitas vezes não entendem o que estão vivenciando, muitas vezes tem relação com um fenômeno físico. Por exemplo, eles podem ver a água virar gelo e o gelo virar água, podem ver o copo de água “suar” quando a água está bem gelada, embaçar o espelho do banheiro, a dinâmica das marés e praias, o estalar dos materiais em dia com temperaturas muito elevadas, na beira do rio a água e a areia com temperaturas diferentes de manhã e no anoitecer, canoas e barcos flutuando.

Moreira (2011) apud Oliveira Junior e Matos. (2020, pág. 25) consideram ser necessário:

“garantir cada vez mais, dialogar com todos os setores responsáveis sobre a função da educação e do currículo na formação de futuras gerações nos valores de apreciação a diversidade cultural da nossa sociedade, visando o reconhecimento das múltiplas etnias e culturas.”

Essa proteção e valorização dos povos, de sua cultura e de seu conhecimento tradicional, estão previstas na Constituição Federal, na Lei de diretrizes e Bases da Educação, Caderno de Apresentação: Programa Parâmetros em Ação de Educação Escolar Indígena, Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores Indígenas em cursos de Educação Superior e de Ensino Médio e na Base Nacional Curricular Comum. (BRASIL, 2018)

O foco de nossa pesquisa está voltado para o contexto amazônico, mais precisamente o nordeste paraense. Com base nisso, vamos mencionar características peculiares desse estado tão rico em cultura herdado pelos povos originários e quilombolas. É importante entender e situar a Amazônia dentro desse contexto do ensino de física e da etnofísica.

O CONTEXTO AMAZÔNICO

O Brasil é um país com dimensões continentais. Segundo o último censo do IBGE (2022), a área territorial é 8.510.417,771 km² e a população estimada é de 212.583.750 pessoas. Em um país com rica diversidade cultural, destacamos a região amazônica, que ocupa 60% do território nacional. Sendo que a região norte possui uma área de 3.850.593,100 km² e uma população de 17.354.884 pessoas.

O Estado do Pará possui 144 municípios, com População estimada em 2024 de 8.664.306 pessoas. Dessa população, 80.980 pessoas são de População indígena e 135.603 pessoas são de População quilombola (IBGE, 2022).

A Amazônia é um rico celeiro de conhecimentos tradicionais e ocupa um lugar de destaque no Brasil, onde está inserida a floresta amazônica que possui a maior biodiversidade do planeta, e se destaca no cenário internacional com sua importância em termos de biodiversidade e até do clima mundial. Sua localização geográfica próxima à linha do Equador apresenta um clima quente e úmido durante todo o ano.

Devido à vasta área territorial da Amazônia, ela abriga uma variedade na fauna, na flora e uma multiplicidade de povos e culturas, dando origem a vários contextos amazônicos (micro) que constituem o todo (macro). Entre esses vários contextos amazônicos, podemos citar os povos indígenas, quilombolas e ribeirinhos como exemplos. Essa diversidade étnica detém seu conhecimento transmitido de seus ancestrais e apresenta aspectos científicos pouco abordados nos livros didáticos e ostenta um vocabulário que tem influência dos povos nativos da região norte.

Pela sua riqueza étnica e cultural, são utilizados termos e vocabulários do cotidiano do paraense que tem influência dos povos africanos, dos colonizadores e principalmente do povo indígena. Para essa aproximação do vocabulário paraense aos termos científicos, vamos utilizar o ensino de física como ponte entre esses conhecimentos, baseado na etnofísica.

A valorização da cultura da nossa região amazônica com raízes na cultura indígena, especificamente no nordeste paraense, assim como a localização geográfica próxima a linha do equador destacando a incidência de raios solares, dinâmica das chuvas, dinâmica das marés e umidade relativa do ar, que são assuntos do cotidiano, possibilitam abordagem prática para a sala de aula tornando-se base de projetos interdisciplinares atrelado aos saberes populares.

E, a terminologia se destaca por estar presente no cotidiano do brasileiro, por ser um país de clima tropical, e especificamente, o Estado do Pará, onde temos a floresta tropical, com temperaturas altas durante todo o ano. Segundo Cordeiro (2017, p.34):

“O ecossistema florestal do Nordeste Paraense é formado por Floresta Equatorial Latifoliada, representada pelos subtipos Floresta Densa (altos e baixos platôs), densa dos terraços e Floresta densa de planície aluvial (várzea), vegetação secundária e pastagem.”

Todas essas características fundamentam um estudo voltado para os saberes tradicionais voltados ao tema da terminologia e suas implicações no ensino de física com abordagem etnofísica.

TERMOLOGIA

A termologia é o campo da ciência que analisa fenômenos relacionados ao calor, aquecimento, resfriamento, alterações de estado físico em objetos (que absorvem ou liberam algum tipo de energia) e variações de temperatura, entre outros. Esses fenômenos são observados no nosso cotidiano e com várias aplicações práticas.

A definição segundo Hewitt (2007, pág. 287) o calor é “a energia transferida de uma coisa para outra por causa de uma diferença de temperatura entre elas”. Ainda segundo o autor (pág. 287), “a temperatura é uma medida da energia cinética translacional média das moléculas de uma substância”.

Porém os conceitos de calor e temperatura, são muitas vezes confundidos, ou são repassados por nossos pais e parentes de forma errônea. E isso é observado na fala dos estudantes do ensino básico.

A relevância de trabalhar nesta área é principalmente devido aos fenômenos muito presentes no cotidiano relacionados a termologia. Ao trabalhara temática é importante entender como o aluno relaciona essas informações com seu dia a dia e ver através de observações feitas por eles, o que expressam. Um exemplo observado ‘relatos dos estudantes reclamarem das condições das salas de aula com frases do tipo: “está calor”, “égua do calor”, “estou breado”, isso é observado em várias turmas da escola.

Com base na Etnofísica, contexto amazônico, termologia e ensino de física, estão interligados possibilitando esclarecer conceitos ligados ao conhecimento popular. Nesta perspectiva podemos levar o aluno a transforma conhecimento popular em novos conhecimentos com base científica, passando a ser o protagonista de sua formação cidadã, Nacional Comum Curricular - BNCC.

É importante conhecer a etimologia das palavras do meio científico, assim como o entendimento do vocabulário local, para que o aluno tenha uma ligação e identificação maior com o conteúdo apresentado. E esse rico vocabulário é um dos destaques dessa pesquisa.

Se tratando de vocabulário local, o paraense escuta muitas expressões desde criança e têm significado que é reconhecido pela população local. Na Tabela 2 a seguir contém expressões do vocabulário paraense que podem ser trabalhados no ensino de termologia.

Tabela 2: Termos e Expressões paraenses relacionadas à termologia e seus significados.

Termos e Expressões paraenses relacionados à Termologia	Termos e Expressões paraenses	Significado
“Égua do calor”	Égua!	Interjeição de uso universal, dependendo do contexto e da entonação pode expressar surpresa, raiva, alegria, indignação etc.
“Lá vem o Toró”	Toró	Chuva muito forte.
“Tô breado”	Breado	Suado; grudento; preguento; melado, pegajoso.
“Sai do sereno”	Sereno	Vapor de água que paira na atmosfera durante a noite.

Fonte: Adaptado do Glossário de termos e expressões paraenses e marajoaras. (Ladislau, 2021)

Essas expressões são ouvidas e estão presentes na convivência do aluno tanto no seu ambiente familiar quanto no ambiente escolar. Como abordar em sala de aula? Por que não relacionar essas expressões com o ensino de física?

ENSINO DE FÍSICA NA REALIDADE AMAZÔNICA

O tema proposto para o ensino de física no presente artigo, é a termologia, que através de uma carga cultural forte no Estado do Pará podemos trabalhar com a temática do Tacacá. Esse tema pode ser estendido como projeto interdisciplinar como destacado a seguir.

Ainda nessa temática, a sugestão para estudos futuros no que cerne o ensino de física no contexto amazônico na temática termologia podemos trabalhar com o poder calorífico do caroço do açaí, onde o aluno, com argumentos baseados nos princípios da alfabetização científica de Sasseron e Carvalho (2008), poderia propor a substituição do carvão vegetal pelo caroço de açaí, uma solução ambiental adequada, visto que o Estado do Pará é o maior exportador de açaí do Brasil. (FAPESPA, 2024)

Segundo Cordeiro (2021, pág. 15) entre os anos de 2015 e 2019, no Estado do Pará, foi produzido em média 1.181.273 toneladas de açaí, e com isso, milhares de toneladas de resíduos de caroços de açaí são desperdiçados anualmente. Quantidade suficiente para abastecer casas, fábricas de cerâmica, fábricas de tijolos e telhas, pizzarias, panificadoras etc. Empresas que utilizam a queima do carvão vegetal podem substituí-lo por caroços secos do açaí. Está é uma proposta de entrelace da cultura, preservação do meio ambiente e a ciência física.

Ainda na temática do açaí, podemos trabalhar como o apanhador de açaí usa a física na “peconha”⁶, o movimento circular na máquina de bater açaí. Todos os temas aproximam a realidade do aprendiz ao conhecimento físico visto em sala de aula.

Outro tema muito relevante para ser explorado na temática da termologia, no contexto amazônico, é o Tacacá. Podemos abordar vários conceitos da termologia em cada ingrediente e objetos, tais como os meios de propagação do calor, a temperatura, o equilíbrio térmico em cada um desses componentes dessa iguaria. Podemos destacar o Tacacá, a cuia, o tucupi e a goma como pontos de ancoragem do conhecimento popular e da física térmica. Essa iguaria da culinária paraense pode ser discutido o calor específico do tucupi em relação ao da goma já que são componentes do Tacacá que demonstram troca de calor em condições distintas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa demonstrou a riqueza e a complexidade dos conhecimentos tradicionais amazônicos relacionados à termologia. Ao analisar o caso do Tacacá, identificamos uma série de conceitos físicos que estão presentes no cotidiano das comunidades locais, muitas vezes de forma implícita. A etnofísica, ao estabelecer um diálogo entre esses conhecimentos tradicionais e a ciência acadêmica, proporciona uma chance exclusiva de tornar o ensino de física mais significativo e relevante para os alunos.

Diante dos resultados obtidos nesta pesquisa, sugere-se que futuros estudos investiguem outras práticas culturais amazônicas relacionadas à termologia, como a produção de cerâmica e a construção de casas de taipa⁷. Além disso, seria importante explorar a percepção dos alunos sobre a utilização da etnofísica no ensino de física, a fim de identificar os desafios e as potencialidades dessa abordagem.

Ao unir os conhecimentos tradicionais amazônicos ao ensino de termologia, promovemos aprendizagem mais profunda e contextualizada. Isso valoriza a diversidade cultural e contribui para formar cidadãos críticos e conscientes. A utilização do Tacacá como recurso didático permite explorar conceitos como calor, temperatura, transferência de calor e mudanças de estado de forma significativa.

Na região amazônica existem várias “realidades amazônicas”, onde podemos destacar os povos originários, os habitantes das margens dos rios, a população das ilhas, as comunidades quilombolas, e essa diversidade de

6 Peconha: utensílio rudimentar, feito de corda ou folhas fibrosas, usado na escalada de árvores como o açazeiro.

7 Casa de taipa é um tipo de habitação construída com terra úmida, argila, areia, água e outros materiais orgânicos.

contextos e culturas que enriquece o tema, abrindo espaço para vários estudos etnofísicos que valorizam nosso povo e nossa região.

No entanto, é importante ressaltar que a implementação da etnofísica no ensino de física exige uma formação continuada dos professores, além de materiais didáticos adequados. Além disso, é fundamental que as escolas estabeleçam parcerias com as comunidades locais para promover a troca de conhecimentos e experiências.

Os materiais regionalizados no ensino de física são possíveis, e o Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física MNPEF é um programa que contribui para a formação *Stricto Sensu* do professor da educação básica, com a finalidade de contribuir com produtos educacionais voltados à realidade de seus estudantes. OS produtos educacionais podem ser propostas metodológicas potencialmente significativas levando em conta o conhecimento prévio do aluno, a realidade em que ele se encontra.

A implementação da etnofísica no ensino de física exige um esforço conjunto de diversos atores, como professores, pesquisadores, gestores educacionais e comunidades locais. É fundamental que as políticas educacionais valorizem a diversidade cultural e incentivem a utilização de metodologias inovadoras. Além disso, é preciso investir em pesquisas que investiguem a efetividade da etnofísica na aprendizagem de conceitos científicos e no desenvolvimento de habilidades socioemocionais dos alunos. Ao superar os desafios e aproveitar as oportunidades, a etnofísica pode contribuir para a construção de uma educação mais justa, inclusiva e relevante para todos os estudantes. A etnofísica se alinha aos princípios da Base Nacional Curricular Comum, promovendo uma educação que valoriza a diversidade cultural, o conhecimento local e a interdisciplinaridade.

Em suma, a etnofísica representa uma promissora ferramenta para tornar o ensino de física mais relevante e engajante para os alunos, especialmente em contextos como a Amazônia, onde a riqueza cultural e a diversidade de conhecimentos oferecem um vasto campo de investigação e aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ABREU, J. M. P. **Material didático para o ensino de cinemática na EJA com base no regionalismo amazônico paraense**. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Pará. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1kvJ6cz0HasDvPclIdBeXLTwxjdJo_mgj/view. Acesso em 05/09/2023.

ALMEIDA, K. P. G. **Etnofísica Paiter Suruí: dialogando sobre cosmologia**. 2019. Disponível: <https://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/2904> Acesso em 12/11/2024.

BASTOS, S. N. D. **Etnociências na sala de aula: uma possibilidade para Aprendizagem Significativa**. In: Anais XI Congresso Nacional de Educação (EDUCERE). Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 23 a 36 set. 2013. Curitiba, 2013.

BRASIL. Senado Federal. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

____. Ministério de Educação e Cultura. Lei 9394/96: **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília: 1996.

____. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. CARVALHO, A. M. P. et all. **Calor e temperatura: um ensino por investigação**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

CORRÊA, F. J. S. **Produção de farinha de mandioca: investigando uma prática pedagógica na perspectiva da etnofísica para o ensino de Física**. 2016. Disponível: <https://www.univates.br/bdu/items/24718d90-770d-4edc-8126-ef86fab639fc>. Acesso em 20/08/2024.

CORDEIRO, I. M. C. C.; ARBAGE, M. J. C.; SCHWARTZ, G. **Nordeste do Pará: Configuração Atual E Aspectos Identitários**. IN: CORDEIRO, I. M. C. C.; RANGEL- VASCONCELOS, L. G. T.; SCHWARTZ, G.; OLIVEIRA, F. A. (Org.). Nordeste Paraense: panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias. Capítulo 1. Belém, PA: EDUFRA, 2017.

DA SILVA ANACLETO, B. **Etnofísica na lavoura de arroz**. Dissertações defendida no PPGEICIM, 2014. Disponível: <https://www.cedoc.fe.unicamp.br/catalogo/34292>. Acesso em 15/12/2024.

ETNO. In: DICIO, **Dicionário Online de Português**. Porto: 7Graus, 2020. Disponível em: <<https://www.dicio.com.br/etno/>>. Acesso em: 17/11/ 2024.

FEIO, A. S. **Etnofísica: o processo de produção da farinha de mandioca como estratégia de ensino dos conceitos de termodinâmica**. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Pará. Disponível: https://sucupira-legado.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=11332495 Acesso em: 17/11/ 2024.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022

LADISLAU, C. S; OLIVEIRA, A. C.; GUEDES, A. C. B.; MARCONDES LEITE, J. S. **Glossário de termos e expressões paraenses e marajoaras**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - campus Breves, 2021.

MOREIRA. M. A. **UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS – UEPS** (Potentially meaningful Teaching Units – PMTU). 2011.

OLIVEIRA, I. C. **A etnofísica nos anos iniciais do ensino fundamental.** Dissertação . Mestrado Profissional em ensino de Física - UNIR, 2019. Disponível: <http://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/2900> Acesso em 15/12/2025.

OLIVEIRA JÚNIOR, W. B. & MATOS, M. C. G. **RELAÇÕES ÉTNICO-RACIAIS NO ENSINO DE CIÊNCIAS: DIÁLOGOS EM UMA INSTITUIÇÃO NO MUNICÍPIO DE OEIRAS DO PARÁ-PA.** Revista Latino-Americana de Estudos Científicos, p. 18-34, 2020.

POLITO, A. M. M. **A construção da estrutura conceitual da física clássica.** São Paulo: (Série mestrado nacional profissional em ensino de física; v. 2). Editora Livraria da Física, 2016.

ROSARIO, S. A. S. et all. **A etnomatemática e a etnofísica da cerâmica produzida na Vila “Cuéra” em Bragança (PA).** 2018. Disponível: <https://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/16244> Acesso em 09/08/2024.

ROSARIO, S. A. S. **A Física da argila: um estudo sobre a termodinâmica na produção de cerâmicas tradicionais.** 208f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemáticas) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Educação Matemática e Científica, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas, Belém, 2023.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. **Almejando a alfabetização científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo.** Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 13(3), n. 3, p. 333-352, dez. 2008. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID254/v16_n1_a2011.pdf >. Acesso em: 25 jun. 2024.

SILVA, F. A. **Um curso de física aplicado à educação escolar indígena.** 2016.

SILVA, J. C. R. **Etnofísica e gastronomia do noroeste mineiro: possibilidades para uma prática pedagógica no ensino médio.** Dissertação de Mestrado. Univates: Lajeado, 2017.

SOUZA, E. S. R. **Etnofísica, modelagem matemática, geometria... tudo no mesmo Manzuá.** Revista Amazônia: Revista em Educação e Ciências Matemáticas, [S.l.], v.9, n. 18, p. 99-112, jan./jun. 2013.

VERASZTO, E. V.; CARNEIRO, F. G. **Integração da física e cultura no ensino: perspectivas e projeções na busca pela etnofísica.** Revista Estudos Aplicados em Educação, v. 8, e20239142, 2023. DOI: <https://doi.org/10.13037/reae.vol8.e2023914>.

O CONCEITO DE CALOR E TEMPERATURA POR UMA SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO - SEI

Clécio Santos e Silva¹

Frederico da Silva Bicalho²

INTRODUÇÃO

A sociedade atual é marcada por inúmeras pesquisas convergentes às constantes dificuldades encontradas por professores e alunos em relação ao ensino e à aprendizagem de conteúdos voltados ao desenho curricular da disciplina de Ciências da Natureza em diversas escolas do Brasil. Mesmo diante de um cenário notório de dificuldade no ensino da disciplina de Ciências, ainda se observam aulas tradicionais e descontextualizadas da realidade dos alunos, o que, muitas vezes, desmotiva e desfavorece a aprendizagem deles. Segundo Guimarães (2004), a motivação é um fator de grande valia no processo de ensino e aprendizagem, pois estudantes motivados estão envolvidos em tarefas alinhadas ao aprendizado de forma ativa, persistente e com grande nível de aprendizagem significativa.

Diante dessa realidade, torna-se necessária a implementação de metodologias que favoreçam melhorias no processo de ensino e aprendizagem de Ciências, a fim de proporcionar aulas de fácil compreensão, dinâmicas, interessantes e contextualizadas à realidade dos alunos. De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), promover o exercício da curiosidade intelectual é essencial para abordar a ciência de forma a induzir investigação, reflexão, análise crítica, imaginação, criatividade, elaboração e verificação de hipóteses, formulação e resolução de problemas e elaboração de soluções.

Com base nessa proposta, o presente artigo fundamenta-se nos seguintes teóricos da aprendizagem: Piaget, Vygotsky, Moreira, Anna Maria Pessoa de

1 Mestrando do Programa de Pós-graduação do Mestrado Nacional Profissional Ensino de Física – MNPEF, Universidade Federal do Pará – UFPA. E-mail: santos.clecio2017@gmail.com.

2 Professor Adjunto da Universidade do Estado do Pará, Docente Colaborador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - MNPFE/SBF/UFPA, Docente Permanente do Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia - PPGECA/UEPA. E-mail: fredbicalho@uepa.br.

Carvalho, Sasseron, entre outros. Em relação à aprendizagem significativa dos alunos, a sequência de ensino investigativa para o ensino do calor será fundamentada na teoria de Anna Maria Pessoa de Carvalho, a qual contribui para uma abordagem baseada na investigação de problemas do cotidiano, considerando a informação verbal, habilidades intelectuais, estratégias cognitivas, atitudes e habilidades motoras dos discentes (MOREIRA, 1999).

Para Piaget (1976), a mente, sendo uma estrutura cognitiva, tende a funcionar em equilíbrio, aumentando permanentemente seu grau de organização e de adaptação ao meio. Dessa forma, envolver o aluno em seu processo educativo de maneira natural contribui significativamente para seu crescimento e para sua capacidade de adequar a linguagem científica ao seu cotidiano.

O autor Vygotsky (1896-1934) foi pioneiro no estudo das inteligências das crianças, dando destaque ao desenvolvimento cognitivo baseado no contexto social, histórico e cultural dos indivíduos. Nesse contexto, o autor afirma que: “Desenvolvimento cognitivo é a conversão de relações sociais em funções mentais. Não é por meio do desenvolvimento cognitivo que o indivíduo se torna capaz de socializar: é na socialização que se dá o desenvolvimento dos processos mentais superiores (Driscoll, 1995, p.229).

O presente artigo encontra-se estruturado da seguinte forma: na primeira etapa, foi realizado um estudo tendo como base o ensino por investigação; na segunda etapa, foi realizado um experimento com o tema “Calor e Temperatura”; na terceira etapa, foi feita a observação e a sistematização do conhecimento, com o intuito de proporcionar aos alunos um aprendizado prazeroso, que desperte o interesse pelo problema proposto. Na quarta etapa aperfeiçoamento da escrita e do desenho e na quinta etapa a avaliação e o refinamento dos conceitos. Almeja-se que essa abordagem facilite o diálogo entre os alunos e o professor, promovendo uma busca contínua por respostas, na qual todos possam compartilhar erros e acertos que surgirem ao longo das atividades.

METODOLOGIA

Para enfatizar essa questão, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre o tópico Termologia, ensinado no Ensino Fundamental, na qual se propõe a investigação como metodologia de ensino para facilitar a aprendizagem ativa dos educandos. A ciência por investigação, desenvolvida pela equipe chefiada por Anna Maria Pessoa de Carvalho, apresenta uma metodologia diferenciada denominada Sequência de Ensino por Investigação (SEI), que é uma abordagem educacional que incentiva os alunos a aprenderem por meio da descoberta e da investigação ativa.

Nesse tipo de recurso metodológico, o aluno recebe informações e é incentivado a formular perguntas, fazer hipóteses, conduzir experimentos e chegar a conclusões baseadas em evidências.

Também se leva em consideração, nesse contexto, o conhecimento social e cultural adquirido pelos alunos, buscando valorizá-los para que contribuam com o surgimento de novas ideias, favorecendo a alfabetização científica e o diálogo entre os alunos. Essa alternativa visa minimizar a necessidade de construir laboratórios multidisciplinares e estruturas em locais menos favorecidos, como é notória a realidade da zona rural.

O objetivo é investigar os fenômenos relativos às manifestações do calor e da temperatura por meio de experimentos elaborados a partir dos conhecimentos prévios dos alunos, contendo hipóteses que podem ser apresentadas e testadas para resolver problemas relevantes. Para isso, a SEI é utilizada como ferramenta para incentivar a alfabetização científica escolar e criar um ambiente de descoberta que facilite o aprendizado de novos conceitos fundamentais, permitindo o aprofundamento dos estudos sobre esse tema e evidenciando o protagonismo dos alunos em seu aprendizado de forma significativa e ativa.

ESPECIFICIDADES DO PRESENTE ESTUDO

O presente estudo visa:

1. Investigar o conhecimento prévio dos discentes sobre os conceitos de temperatura e calor;
2. Organizar as informações oriundas da localidade para conhecer seu histórico de desmatamento;
3. Construir experimentos simples que possibilitem verificar as transferências de calor, o uso do termômetro para medir temperaturas naquele local e as sensações térmicas experimentadas;
4. Sensibilizar os alunos para buscarem parcerias no desenvolvimento de ações que ajudem na adequação do espaço escolar, proporcionando melhor qualidade de vida e fortalecendo os laços de solidariedade entre a escola e a sociedade organizada.

ETAPAS DA SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

Com base nos pressupostos de uma sequência de ensino por investigação, é possível fazer certas observações que servirão como marcos norteadores para o desenvolvimento das etapas que conduzirão os alunos a experimentarem essa maneira de adquirir conhecimento. Isso ocorre por meio da argumentação de suas ideias a respeito de um problema relevante, que possa ser resolvido, auxiliando na

melhor compreensão dos conteúdos e do propósito do conhecimento envolvido nesse problema.

1ª ETAPA:

Utiliza-se um questionário com perguntas relacionadas aos conhecimentos sobre calor, temperatura e suas mais distintas características presentes no cotidiano dos alunos, a fim de verificar os conhecimentos prévios e compará-los com a realidade apresentada nos experimentos. Desde as diferenças conceituais até as semelhanças existentes entre os conhecimentos já adquiridos, consolidados e aceitos, esse levantamento inicial permite uma visão ampla da compreensão dos alunos sobre o tema.

Nesse contexto, serão feitas perguntas simples sobre a rotina dos alunos e a importância do estudo dessa forma de energia, como também da medição da temperatura. Dessa forma, pretende-se que todos respondam com suas próprias palavras, permitindo que o professor tenha uma visão ampla dos conhecimentos prévios dos alunos.

Também é importante que o aluno se sinta confortável para responder, sem interferência de outros colegas. Assim, o professor obtém maior precisão no conteúdo a ser desenvolvido em seu planejamento e na elaboração do problema relevante, com o intuito de chamar a atenção dos estudantes e incentivá-los a dar continuidade à atividade.

Por se tratar de algo natural ao conhecimento escolar dos alunos e que não seja aparentemente complexo em sua realidade, busca-se aguçar sua curiosidade em manipular o experimento contido no problema. É nessa fase que ocorre a elaboração do material didático e do problema.

2ª ETAPA

As hipóteses levantadas servirão como parâmetros para a construção dos novos conhecimentos, buscando uma forma significativa de ensino que desenvolva a compreensão sobre a interação com a estrutura mental do indivíduo. O objetivo é incentivar os alunos a aplicar e testar suas hipóteses, bem como lidar com erros e acertos.

Após essa etapa, os alunos passam a se apropriar de uma nova linguagem, que os conduz ao diálogo com os demais colegas, despertando o desejo de construir seus próprios conceitos.

Observa-se, nessa fase, o grau de liberdade dos alunos diante do professor, especialmente na manipulação dos materiais e na formulação de hipóteses acerca do experimento. Esse processo leva os estudantes a testar diferentes

hipóteses para avaliar sua eficácia, promovendo a observação dos possíveis erros decorrentes de cada procedimento e permitindo que o professor avalie a participação dos alunos na atividade.

O problema proposto deve ter relevância e significado, despertando a curiosidade dos alunos para a utilização da linguagem científica escolar. Essa linguagem, inicialmente usada de forma cotidiana, possibilita a troca de informações pertinentes e carregadas de significado na vida social dos alunos. A partir desse ponto, as linguagens científicas específicas do contexto das ciências são gradualmente introduzidas.

3ª ETAPA

Nesta etapa, o professor recolherá os materiais e desfará os grupos, com o intuito de evitar que os alunos percam o interesse na continuidade da atividade. Assim, será assumida uma nova organização proposta pelo professor, na qual os alunos serão posicionados em círculo para facilitar a visualização e a interação entre todos.

Serão feitas perguntas norteadoras, como: **“Como resolveram o problema? O que os motivou? Quais foram as dificuldades?”** Essas perguntas servirão de base para que os alunos exponham suas estratégias para resolver o problema, contribuindo para a socialização dos conhecimentos evidenciados. O objetivo é que todos os alunos compartilhem suas ideias e construam seus conceitos, estabelecendo uma conexão entre os conhecimentos adquiridos na ação manipulativa e sua transição para a ação intelectual.

4ª ETAPA

Nesta etapa, os conhecimentos adquiridos com as hipóteses testadas serão sistematizados. A linguagem científica será gradualmente introduzida, buscando o entrelaçamento com a linguagem social dos alunos. Esse processo também proporcionará o aperfeiçoamento da escrita e do desenho como formas de expressar o que foi mais relevante no experimento.

Os alunos deverão justificar os resultados obtidos e refletir sobre suas hipóteses, avaliando se foram confirmadas ou não.

É importante destacar que a mediação do professor é essencial para conduzir a discussão com toda a turma, garantindo que todos compreendam **o que foi feito, como foi feito, por que deu certo e quais foram os desafios enfrentados**. É por meio das argumentações e da escrita que o professor pode avaliar se os alunos estão assimilando os conceitos corretamente e se a atividade está sendo desenvolvida de forma a atingir resultados satisfatórios.

5ª ETAPA

Nesta última fase do experimento, será realizada uma atividade avaliativa, com o intuito de verificar se o aluno alcançou êxito no processo de aprendizagem. O objetivo é constatar se houve compreensão das etapas do experimento e da linguagem científica envolvida.

A avaliação servirá para refinar as respostas dos alunos sobre os fenômenos observados, permitindo um melhor entendimento dos conceitos estudados.

Contextualização da Etapas de Ensino por Investigação

Proposição do problema pelo professor

1. O problema aqui colocado foi feito da seguinte forma, com a pergunta: **Você sabe o que é o calor? Explique:**

“A1: Sim, eu sinto o calor que vem do sol, ele vem da temperatura solar”. Exemplo o aquecimento global.

“A2: Posso dizer que segundo a ciência, pode ser a temperatura sol, mesmo ele estando tão longe da terra, conseguimos sentir seu calor”.

“A3: Sim, calor é um gás que se forma na pele e que entra nas células aquecendo-as”.

“A4: Sim, calor é a energia transmitida por fogo, pelo sol e pode ser sentida por seres vivos”.

Percebemos o quando é difícil para o aluno dar uma explicação técnica sem levar em consideração o seu convívio, nesse sentido, a contextualização evidencia para o aluno a possibilidade de levantar hipóteses e argumentações que leva aos indícios do ensino por investigação.

A segunda pergunta foi:

2. Quando falamos em calor, o que vem à mente de vocês?

“A1: Na minha mente, quando tem muita gente se movimentando em um lugar pequeno, a temperatura desse lugar pequeno aumenta, o que leva a pensar em calor intenso”.

A partir dos conhecimentos prévios, é possível ter uma visão do entendimento construído sobre o calor e temperatura no cotidiano desses alunos.

Experimento para teste o uso do tato e do termômetro.

Esse tipo de experimento consiste em utilizar a mesma quantidade de água como temperaturas diferentes, e cada aluno faz sua checagem se a temperatura é a mesma para as duas mãos quando colocadas juntas em um terceiro recipiente.

Quando mediram as temperaturas verificaram que elas estavam em diferentes marcações e que ao misturar a água “quente” e água “fria” foi obtido

uma temperatura intermediária, esse fato ajudou a despertar a curiosidade sobre o que ocorreu com a temperatura da mistura, da mesma forma quando testaram as temperaturas dos recipientes, com as mãos, os alunos tiveram as suas hipóteses levantadas para explicar o que tinham evidenciado através do tato.

É importante salientar que para alguns alunos a temperatura das mãos ao serem colocadas em um só recipiente demonstraram sensações diferentes para o mesmo recipiente contendo água.

Experimento feito com a participação dos alunos.

Fala do aluno:

“A1: Eu percebi que quando juntamos a água “quente” com a água “fria”, elas se misturam e ficam com uma temperatura nem quente nem fria.”

Esse ponto é muito importante para testar os conhecimentos que estão sendo medidos com os próprios sentidos, o que levanta argumentações acerca das hipóteses há pouco apresentadas e das possíveis justificativas questionadas pelo professor.

CONDUÇÃO

Para este processo, utilizaremos a experimentação de três tipos de objetos compostos de diferentes matérias. Introduziremos esses materiais para que o aluno possa manuseá-los e se desafiar, buscado a solução ao associá-los aos seus conhecimentos e respondendo às perguntas norteadoras que motivaram o surgimento de hipóteses sobre o porquê de o calor conseguir ser conduzido por um certo material e por outros, não.

Uma vez feito isso, espera-se que os alunos despertem a curiosidade sobre como manusear os instrumentos concretos, permitindo que surjam interações que irão propiciar a passagem da ação manipulativa para a ação mental. Além disso, espera-se que o vocabulário do aluno seja enriquecido com outras formas de expressão e que, aos poucos, eles possam argumentar sobre as diferentes maneiras de resolver o problema e identificar qual procedimento foi eficaz.

Nessa etapa, serão testados alguns materiais que possuem a propriedade de transferir calor e outros que apresentam dificuldade para propagá-lo. Nesse contexto, será feita a pergunta: O que é calor?

O que acontece com os materiais quando encostamos uma de suas extremidades a uma fonte quente (fogo)? O que acontece com o material? Seu comportamento mudou? sim ou não? Quais hipóteses foram levantadas e quais as que melhor explicam o ocorrido? Materiais como o de vidro são bons condutores de calor? Se sim ou não, por quê?

Para a condução do calor foram utilizados materiais como a madeira, o alumínio e o plástico como meios pelos quais o calor poderia ou não ser conduzido esse fato criou uma expectativa bem interessante, pois demonstrou que certos materiais não são bons condutores de calor. Esse experimento trouxe à tona a ideia de átomo relatada por um aluno que tentou explicar o que já vera em alguma ocasião de sala de aula.

CONVECÇÃO

Esse experimento será realizado com algumas substâncias que provoque movimentação para chamar a atenção dos alunos para a movimentação das massas provocando desequilíbrio. Além disso, busca destacar a importância do surgimento de perguntas auxiliares que incentivem a busca por respostas. Dentre essas questões, pretende-se levar os alunos a refletirem sobre o que ocorre dentro de uma geladeira e se esse fenômeno é um fator importante para despertar a curiosidade, gerando discussões que promovam o debate entre os participantes. A mediação do professor contribuirá para a introdução da linguagem científica, colaborando com o processo de aprendizagem significativa.

O experimento de convecção contou com os seguintes materiais: copo, água, leite, vela acesa e canudo de plástico. A atividade consistiu em colocar água em um copo e introduzir leite pelo canudo até o fundo do recipiente, de modo que a massa do leite ficasse acumulada. Em seguida, com o aquecimento do fundo do copo pela chama da vela, a massa de leite começou a se expandir em várias direções, o que gerou discussões entre os alunos, levando-os a buscar explicações para o fenômeno observado.

RADIAÇÃO

Por que os materiais aquecem mesmo estando longe de uma fonte de calor?

Neste experimento, utiliza-se uma lâmpada e duas latas pintadas, uma de branco e outra de preto, montadas de forma a demonstrar aos estudantes como é possível aquecer a lata pintada de preto e medir sua temperatura, enquanto a lata pintada de branco atinge uma temperatura menor em comparação com a outra.

Dessa forma, é possível instigar os alunos a refletirem sobre como o calor pode se propagar nessa nova situação, deixando-os à vontade para formular hipóteses e experimentar quais se adequam melhor aos seus entendimentos. Isso possibilita que eles atribuam significados ao aprendizado e compreendam as formas de integração do calor no meio físico.

Nessa modalidade de propagação, a construção de argumentos torna-se indispensável para a investigação dos fenômenos relacionados ao calor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo possibilitou que as manifestações do calor e da temperatura fossem bem aceitas pelos alunos, por se tratar de um tema relacionado ao cotidiano e ao seu entorno, contribuindo para uma melhor compreensão dos argumentos debatidos entre os grupos, de forma que possam ser aceitos por todos os envolvidos no processo de aprendizagem.

Como pré-requisito, o estudo teve como base a elaboração dos conceitos que surgem a partir das observações, das hipóteses, das argumentações e das sistematizações feitas em ambiente escolar, valorizando a mediação do professor e estabelecendo novas experiências trazidas para a sala de aula.

Diante do que os alunos vivenciaram, podemos salientar que este recurso representa uma maneira eficiente de construir conhecimento, fortalecendo a participação de todos os envolvidos no processo de ensino e aprendizagem.

Com esforço e dedicação, os alunos conseguiram responder aos questionários com êxito, demonstrando seus conhecimentos prévios e reforçando a importância da utilização de experimentos sobre as manifestações do calor e da temperatura em seu convívio cotidiano.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANNESIAH, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro Interamericana, 1980.

ALVES, M.A., ed. *Cognição, emoções e ação* [online]. São Paulo: Cultura Acadêmica; UNICAMP; **Centro de Logica, Epistemologia e História da Ciência**, 2019. 368 p. CLE collection, vol. 84. ISBN: 978-85-7249-019-1. Available from: <http://books.scielo.org/id/hcrqt>. <https://doi.org/10.36311/2019.978-85-7249-019-1>.

ARTUSO, A. R. & WRUBLEWSKI, M. **Física 2**. Editora Positivo. Curitiba. 2013. Sociedade Brasileira de Física – SBF <http://www.sbfisica.org.br/> Revista Física na escola <http://www.sbfisica.org.br/gref/>.

BRASIL. **Lei e Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por Investigação**. 1ª ed., São Paulo, condições para implementação em sala de aula, 2022.

____. **Calor e temperatura**. 1ª ed., São Paulo. um ensino por investigação, 2014.

DRISCOLL, M. P. **Psychology of learning for instruction**. Boston, U.S.A., Allyn & Bacon, 409 p. 1995.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

PIAGET, J. **A equilibração das estruturas cognitivas**. Rio de Janeiro: Zahar Editores 1976.

VYGOTSKY, L. S. [1934] **Pensamento e Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 1998. DRISCOOL, M. P. **Psychology of learning for instruction**. Boston, U.S.A., Allyn & Bacon, 409 p. 1995.

SASSERON, L. H. **Ensino por investigação: pressuposto e práticas**. São Paulo, sd (Apostila de Licenciatura em Ciências USP/Univesp. Módulo 7. Capítulo 12. P. 116-124) Disponível em: https://mídia.atp.usp.br/plcplc0704/impressos/plc0704_12.pdf. . Acesso em 13 nov.2023.

UM ESTUDO INVESTIGATIVO SOBRE A ORIGEM E PRODUÇÃO DOS SONS, ANALISANDO A SAÚDE DAS FLORESTAS E DOS RIOS DE CURRALINHO

Ewerton Bruno Tenório de Aguiar¹

INTRODUÇÃO

Este artigo tem por finalidade abordar a influência sonora (Bioacústica) e do som das rabetas nos costumes e aprendizado dos povos ribeirinhos no Marajó na relação com o meio ambiente amazônico. Trata-se de um estudo qualitativo que faz uso de trabalho em sala de aula com estudantes, entrevistas com professores e com moradores ribeirinhos do município de Curralinho, estado do Pará, bem como de observações etnográficas. Os dados foram obtidos em combinação com a base prática e teórica, que demonstraram que os ribeirinhos têm produzido e ressignificado, ao longo dos tempos, práticas tradicionais para lidar com os sons do rio e da floresta. Na configuração desse processo, construíram diferentes objetos, a exemplo as rabetas² e os artefatos sonoros (como pau de chuva, chocalho, tambor e reco-reco) que ajudaram construir suas identidades, modos de habitar, aprender, cultivar e coexistir desses povos com o meio ambiente. Daí é possível identificar que o modo de vida dos ribeirinhos desta região é marcado pelas práticas tradicionais reeditadas cotidianamente nos contornos da ciência moderna, além de perceber a importância de manter a floresta de pé e continuar ouvindo os sons dela.

1 Mestrando do Programa de pós-graduação Mestrado Nacional Profissional Ensino de Física – Polo 37/ MNPEF – UFPA. Professor da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Educação do Estado do Pará.

2 Rabeta: é uma pequena embarcação motorizada, comum na região amazônica, especialmente entre os ribeirinhos. Seu nome vem do fato de possuir um motor pequeno com uma hélice na extremidade de um eixo longo, lembrando uma cauda (ou “rabeta”). Esta configuração permite navegar com eficiência nos rios e igarapés, mesmo em áreas de águas rasas.

Imagem 1: Curralinho, Marajó Ocidental – Pará



Fonte: Acervo de Fotos da Prefeitura de Curralinho. Acesso em 06/04/2025 (<https://pmcurralinho.pa.gov.br/o-municipio/turismo-e-lazer/>)

Pensar na Amazônia Marajoara³, tendo em vista sua complexidade, é uma importante estratégia para começarmos a vê-la com outros olhos, e apreendê-la como um território plural, rico em biodiversidade, mas também em saberes culturais, tecidos cotidianamente pelos povos que habitam e praticam sua terra, seus rios. Nesse cenário de geografia movente, de culturas híbridas, cujo rio é a única via de acesso para o deslocamento das famílias, visitantes e curiosos, temos os povos ribeirinhos, grupo social que ao longo dos tempos aprendeu a forjar seu modo de vida na relação com a dinâmica de rio e da floresta (Acevedo *et al.*, 2015).

Diegues (2001) comenta que nos países de “terceiro mundo” (denominação dada antigamente para os países subdesenvolvidos), mesmo nas florestas tropicais aparentemente vazias, vivem populações tradicionais, a exemplo de indígenas, ribeirinhas, extrativistas, pescadores artesanais – grupos sociais com dinâmicas e perspectivas culturais distintas das existentes nas sociedades urbano-industriais. Essas populações têm um jeito próprio de manejar os recursos naturais e se relacionar com o ambiente, tática de suma importância para a manutenção de seus modos de vida (Diegues, 2001) observa ainda que essa forma particular de operar com o ambiente natural faz desses povos potenciais

3 O termo “Amazônia Marajoara” será usado para ressaltar a complexidade e diversidade cultural de uma região e sua população, que historicamente, tem sido tratada pelo discurso racionalista-positivista como um espaço homogêneo, exótico e “isolado”, por meio do termo “Ilha”. A expressão Amazônia marajoara permite questionar tal discurso e reconhecer esse espaço como plural e complexo, bem como uma zona de contato interétnico.

parceiros para promover e garantir o desenvolvimento sustentável do território que tradicionalmente ocupam e praticam.

Partindo de tais pressupostos, este artigo tem como sujeitos os ribeirinhos⁴ do município de Currallinho, na ilha do Marajó, Estado do Pará. A intenção epistemológica consiste em aprender como esse grupo se relaciona com o meio ambiente amazônico, em especial com os sons da floresta amazônica e o barulho das rabetas. Para tanto, elaboramos os seguintes questionamentos: Que práticas tradicionais sonoras são cultivadas pelos habitantes de Currallinho e arredores na relação com o rio e a floresta no Marajó? O que essas práticas implicam para o grupo e o meio ambiente amazônico, no que concerne à preservação e ao desenvolvimento? Como essa dinâmica é percebida pelas gerações?

Tem-se o propósito de conhecer hábitos tradicionais cultivados pelo grupo estudado, a fim de lidar com a dinâmica do som dos rios e da floresta em Currallinho, Marajó, e assim, entender a interferência dessas práticas para o modo de vida do grupo e para o meio ambiente.

ENTRELACE DA PRÁTICA COM A TEORIA

Para adentrar no contexto sonoro da região, precisamos dialogar com pessoas que vivenciam esse espaço no seu dia a dia. De acordo com Deuzilene, moradora e professora de Currallinho:

“por terem contato direto com a natureza, desde a gestação e, diretamente, ao longo das fases da vida, os ribeirinhos currallinhense e marajoara, em geral, convivem com os sons da natureza, sendo que estes são importantes para compreensão de mundo e como base de conhecimento dos ribeirinhos de Currallinho e proximidade. Outro som que também é marcante na vida dessas pessoas é o barulho do motor das rabetas, que em um vai e vem frenético, sonorizam os rios, pois é o meio de transporte usado para se deslocar nessa região. Então por conviverem com estes sons, mas principalmente, o som das florestas, é importante que as pessoas saibam reconhecer a saúde da mesma através do seu som” (2024).

Para entendermos melhor como identificar a saúde das florestas vamos ler esse trecho retirado da entrevista, do biólogo australiano [CH 335]:

- Como a bioacústica funciona, e como ela pode ajudar a investigar a saúde das florestas tropicais?

A bioacústica estuda os sons do mundo natural. Muitas espécies vocalizam, como rãs, pássaros, insetos, morcegos e até mamíferos. Com o tempo, os animais desenvolveram a

4 Ribeirinhos: são comunidades que vivem às margens dos rios, especialmente na região amazônica. Eles dependem diretamente dos recursos naturais dos rios e das florestas para sua sobrevivência. Essas comunidades têm um profundo conhecimento tradicional sobre o meio ambiente, utilizando práticas sustentáveis na pesca, agricultura e coleta de produtos florestais.

capacidade de vocalizar em determinadas frequências e com padrões particulares, de modo que um possa escutar o outro, sem que a comunicação entre eles seja bloqueada, à medida que florestas ou outros ecossistemas são explorados ou degradados, espécies desaparecem, e, desse modo, perdemos alguns desses nichos acústicos. Com isso, a biofania (ou sons da floresta) acaba degradada também. (Game, 2016, p.10)

- Em que tipos de ambiente podemos usar a bioacústica para coletar informação sobre a biodiversidade?

Você pode usar a bioacústica em basicamente qualquer ambiente.

Estamos descobrindo que essa técnica é uma ótima ferramenta para as florestas tropicais, onde outros tipos de levantamento são mais difíceis. Mas sei de pesquisadores que estão usando a bioacústica com sucesso para propósitos similares em áreas de agricultura, corais de recife e fontes de água doce.

- Como uma floresta saudável soa? Qual o primeiro som a diminuir significativamente quanto a saúde dela começa a se deteriorar?

Uma floresta saudável é realmente ruidosa. Há uma imensidão de insetos produzindo ruídos o tempo todo, e alguns períodos do dia, especialmente as primeiras horas da manhã, são repletos de vocalizações de pássaros. Em geral, os primeiros sons a diminuir são os de espécies que dependem de grandes áreas de floresta primária intacta ou daquelas mais comumente caçadas. Nos dois casos, isso ocorre mais frequentemente para as grandes espécies de pássaros.

Quando a degradação atinge níveis altos, a floresta é muito mais quieta do que uma floresta intacta.

- O senhor pode descrever como uma floresta altamente degradada soaria?

Quando a degradação atinge níveis altos, a floresta é muito mais quieta do que uma floresta intacta. Se ouvirmos com atenção, provavelmente escutaremos que os sons passam a ser produzidos basicamente por um pequeno número de espécies, aquelas que se saem bem em habitats muito degradados. Além disso, notaremos que esses sons ocupam um conjunto muito reduzido de frequências.

Para Pilling (2025), em seu material de aula), expressa que a Bioacústica estuda o funcionamento do sistema auditivo dos mamíferos e dos humanos, ou seja, é a análise e a percepção de sensações auditivas cuja origem são os estímulos sonora.

Com base no conhecimento da Bioacústica, foi feito um trabalho em uma escola pública em Curralinho cuja ideia é fazer um ensino por investigação, fundamentado em Carvalho (2018). A obra destaca condições para implementação em sala de aula de uma abordagem que busca tirar os alunos da passividade das aulas tradicionais e os coloca em busca de soluções de problemas, pois nessa proposta metodológica, o professor cria condições para

que os alunos pensem e argumentem e elaborem hipóteses, levando em conta a estrutura do conhecimento.

O ensino por investigação, proposto Carvalho (20018), é uma abordagem que tira os alunos da passividade das aulas clássicas e os coloca em busca de solucionar problemas. As Sequências de Ensino Investigativas (SEI) podem ser utilizadas nos níveis Fundamental I e II, e Ensino Médio como. A proposta visa promover a construção do conhecimento científico pelos estudantes, baseado em argumentações socializadas entre os alunos.

No entanto, um desafio persistente é entender como ocorre maior liberdade intelectual e construção do conhecimento nas aulas de Ciências do Fundamental I em comparação com as aulas de Física do Ensino Médio, em que o aluno não é instigado a refletir e argumentar. O trabalho de pesquisa Carvalho e sua equipe busca investigar e compreender essas diferenças, contribuindo para a formação de professores e o aprimoramento do ensino por investigação.

No ensino por investigação podemos destacar alguns elementos importantes (Carvalho, 2018):

- O ensino por investigação oferece diversos benefícios para os alunos. Alguns deles incluem: **Ativação do Pensamento Crítico e Criativo:** Ao se envolverem em investigações, os alunos são desafiados a pensar criticamente, formular hipóteses e buscar soluções criativas para problemas.
- **Aprendizado Significativo:** O ensino por investigação permite que os alunos construam seu próprio conhecimento, tornando o aprendizado mais significativo e duradouro.
- **Desenvolvimento de Habilidades de Pesquisa:** Os estudantes aprendem a coletar dados, analisar informações e tirar conclusões com base em evidências.
- **Colaboração e Comunicação:** Durante as investigações, os alunos frequentemente trabalham em grupos, o que promove habilidades de colaboração e comunicação.
- **Motivação e Engajamento:** A abordagem investigativa desperta a curiosidade dos alunos e os motiva a explorar tópicos de forma mais profunda.
- **Preparação para a Vida Real:** O ensino por investigação reflete o processo de descoberta e resolução de problemas que os indivíduos enfrentam na vida cotidiana e em carreiras profissionais.

Em resumo, o ensino por investigação promove um aprendizado mais ativo, autônomo e significativo, preparando os alunos para enfrentar desafios do mundo real (Carvalho, 2018) ao propor a Sequência de Ensino por Investigação - SEI. Tal proposta metodológica apresenta um viés didático que tem por finalidade desenvolver conteúdo ou temas científicos em uma perspectiva em que

o aluno é o protagonista da construção do seu conhecimento de forma reflexiva e argumentativa. A SEI instiga o uso de diferentes atividades investigativas, por exemplo: laboratório aberto, demonstrações investigativas, textos históricos, problemas e questões abertas, recursos tecnológicos.

Em qualquer um dos casos, a diretriz principal de uma atividade investigativa é o cuidado do (a) professor (a) com o *grau de liberdade intelectual dado ao aluno e com a elaboração do problema*. Estes dois itens são bastante importantes, pois é o problema proposto que irá desencadear o raciocínio dos alunos e sem a liberdade intelectual eles não terão coragem de expor seus pensamentos, seus raciocínios e suas argumentações.

A SEI, proposta por Carvalho (2018), tem como características uma complementaridade entre dois referenciais teóricos – o Jean Piaget e Levy Vygotsky em suas possíveis influências no ensino. Por meio de pesquisas realizadas em ambientes escolares ficou constatado que as ideias desses dois referenciais epistemológicos, quando aplicadas em diferentes momentos e situações do ensino e da aprendizagem em sala de aula, podem se complementar. As pesquisas desses dois campos do saber para a construção da Sequência de Ensino Investigativo levou em consideração as ideias de Piaget: Pi) *a importância de um problema para o início da construção do conhecimento*, Pii) *qualquer novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior* e Piii) *a passagem da ação manipulativa para ação intelectual na construção do conhecimento* – neste caso incluindo o conhecimento escolar; e as ideias de Vygotsky: Vy) *as mais elevadas funções mentais do indivíduo emergem de processos sociais*, Vyy) *os processos sociais e psicológicos humanos se firmam por meio de ferramentas, ou artefatos culturais, que medeiam a interação entre os indivíduos e entre esses e o mundo físico* e Vyyy) *zona de desenvolvimento proximal*.

Pi) Ao trazer esse conhecimento para o ensino em sala de aula, esse fato – propor um problema para que os alunos possam resolvê-lo – vai ser o divisor de águas entre o ensino expositivo feito pelo professor e o ensino em que proporciona condições para que o aluno possa raciocinar e construir seu conhecimento. No ensino expositivo toda a linha de raciocínio está com o professor, o aluno só a segue e procura entendê-la, mas não é o agente do pensamento. Ao fazer uma questão, ao propor um problema, o professor passa a tarefa de raciocinar para o aluno e sua ação não é mais a de expor, mas a de orientar e encaminhar as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento.

Pii) Este fato é um princípio geral de todas as teorias construtivas e revolucionou o planejamento de ensino, uma vez que não é possível iniciar nenhuma aula, nenhum novo tópico, sem procurar saber o que os alunos já conhecem ou como eles entendem as propostas a serem realizadas. Com base nesse conhecimento cotidiano, propondo problemas, questões e/ou propiciando novas situações

para que os alunos resolvam, ou seja, desequilibrando-os⁵ é que terão condições de construir novos conhecimentos (reequilibração).

Piii) Tem um significado importante no planejamento do ensino, pois a finalidade das disciplinas escolares é que o aluno aprenda conteúdos e conceitos, isto é, constructos teóricos. Desse modo o planejamento de uma sequência de ensino que tenha por objetivo levar o aluno a construir um dado conceito deve iniciar por atividades manipulativas. Nesses casos a questão, ou o problema, precisa incluir um experimento, um jogo ou mesmo um texto (Carvalho 2013). E a passagem da ação manipulativa para a construção intelectual do conteúdo deve ser feita, agora com a ajuda do professor, quando este leva o aluno, por meio de uma série de pequenas questões a *tomar consciência* de como o problema foi resolvido e porque deu certo, ou seja, a partir de suas próprias ações.

Vy) A interação social não se define apenas pela comunicação entre o professor e o aluno, mas também pelo ambiente em que a comunicação ocorre, de modo que o aprendiz interage também com os problemas, os assuntos, a informação e os valores culturais dos próprios conteúdos com os quais estamos trabalhando em sala de aula. (“Universidade de Brasília (UnB) Curso de Especialização em Ensino de ...”)

Vyy) O entendimento desse tema trouxe como influência para o ensino a necessidade de prestarmos a atenção no desenvolvimento da linguagem em sala de aula como um dos principais artefatos culturais que fazem parte da interação social, não só no aspecto facilitador da interação entre professor e alunos, mas principalmente com a função transformadora da mente dos alunos.

Vyyy) Que define a distância entre o “nível de desenvolvimento real”, determinada pela capacidade de resolver um problema sem ajuda, e o “nível de desenvolvimento potencial”, determinado pela resolução de um problema sob a orientação de um adulto ou em colaboração com outro companheiro. (“Zona de desenvolvimento proximal – Wikipédia, a enciclopédia livre”)

- O “nível de desenvolvimento real”, a teoria mostra que o desenvolvimento real é aquele que já foi consolidado pelo indivíduo, de forma a torná-lo capaz de resolver situações utilizando seu conhecimento de forma autônoma, portanto o nível de desenvolvimento real é dinâmico, aumenta dialeticamente com os movimentos do processo da aprendizagem.
- O desenvolvimento potencial é uma incógnita, já que não foi ainda atingido; entretanto ele pode ser inferido com base no que o indivíduo consegue

5 Desequilíbrio e reequilíbrio são conceitos propostos por Piaget ao explicar o mecanismo de construção do conhecimento pelos indivíduos.

resolver com a ajuda de um adulto ou de seus companheiros. O importante no entendimento deste nível é que ele é determinado pelas habilidades que o indivíduo já construiu, porém encontra-se em processo (Carvalho 2013). Isto significa que a dialética da aprendizagem que gerou em um nível menos elaborado que o já consolidado. Em outras palavras podemos dizer que o desenvolvimento potencial é o conjunto de conhecimentos e habilidades que a pessoa potencialmente pode aprender, mas ainda não completou o processo, porém tem grande probabilidade para atingir com a orientação de outro, podendo esse outro ser um adulto (o professor) ou um colega de classe.

Nesse contexto foi feito uma sequência didática investigativa que aborda a Bioacústica no ensino por investigação com um grupo de doze alunos (com idade entre doze e quatorze anos) falando da origem, produção e característica do som. Foi utilizado experimentos investigativos em sala de aula, no jardim da escola, no laboratório, também foi feito o uso de aplicativos de celular para medição de frequência dos sons e ruídos dos animais, simuladores, vídeos e slides. Nesta mesma sequência didática investigativa, após captar e analisar alguns sons, foi solicitado ao grupo de estudante a elaboração de desenhos que representasse áudios, além dos relatos dos sons de suas memórias na construção do seu conhecimento e, também, como ele (estudante) aprendeu que a saúde da floresta depende de sons (como de pássaros, insetos, anfíbios, chuva e do rio) e a interferência do som das rabetas no habitat de algumas espécies e no cotidiano da comunidade ribeirinha curralinhense.

Ao final da sequência didática investigativa, que foi feita em sete encontros, com um encontro por semana, foi utilizado instrumentos avaliativos de compreensão do tema (A Origem, produção e características do som), com perguntas abertas (como gravação de respostas em áudio e desenhos) e perguntas fechada com questões objetivas e discursivas e analíticas. O resultado foi muito surpreendente, pois fazer um estudo analítico físico do que está ao seu redor ajudou bastante na compreensão, por parte dos estudantes, do fenômeno sonoro e sua influência nas práticas tradicionais, podendo refletir um profundo conhecimento ecológico, transmitido de geração em geração, que é fundamental para a sustentabilidade das comunidades e para a preservação da biodiversidade da região.

A seguir temos algumas atividades que foram realizadas com os alunos. Perguntas abertas e respostas, em áudio, gravadas no celular:

1- O que é o som e como ele é produzido?

Resposta do aluno A:

O som é uma perturbação, uma vibração que se propaga pelo ar. Ele é produzido pela vibração de algo, podendo ser um objeto.

2- Como a bioacústica funciona, e como ela pode ajudar a investigar a saúde das florestas tropicais?

Resposta do aluno B:

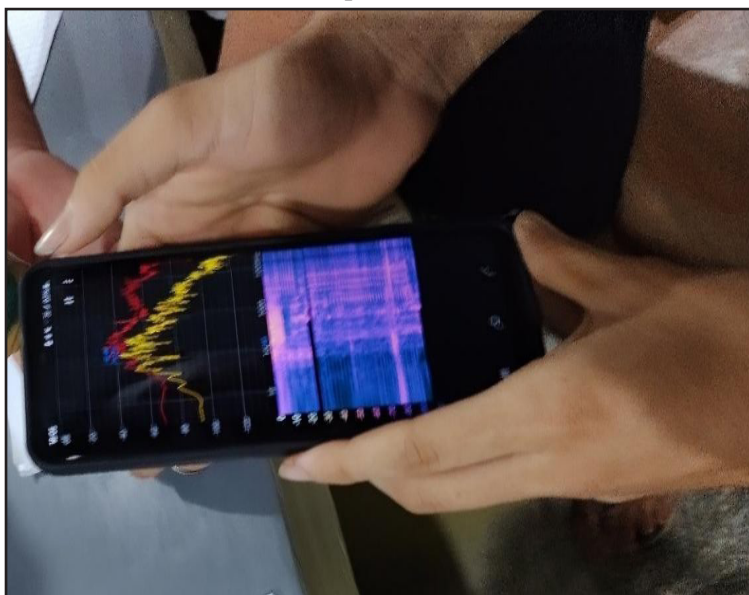
A bioacústica funciona captando os sons dos animais e assim a gente percebe o som que vem da floresta e ela pode ajudar as pessoas saberem que é importante preservar a natureza.

3- Os sons dos animais são importantes para a floresta?

Resposta do aluno C:

Sim, porque é desse jeito que eles se comunicam, fazem para acasalar e ajudam a floresta também e se não tiver floresta eles irão desaparecer.

Imagem 2: Alunos medindo a frequência do canto de um pássaro no jardim da escola, usando um aplicativo de celular.



Fonte: Arquivo do Autor.

Imagem 3: Aluno subindo no açaizeiro para tentar captar o som.



Fonte: Arquivo de Deuzilene Miranda(2024).

A revoada das andorinhas no final da tarde, o barulho da chuva (no “inverno” amazônico), o canto dos pássaros, o barulho dos insetos e dos anfíbios já não passam mais despercebidos por estes alunos. Em uma roda de conversa eles perceberam que devem se preocupar sim com os sons dos animais. Nessa mesma conversa foi falado sobre o barulho das rabetas que faz parte do cotidiano das comunidades ribeirinhas de Curralinho e sobre a preocupação com condutores, pois eles ficam, de forma contínua por meses, expostos ao ruído do motor. Sendo assim surgiu o seguinte questionamento: “os condutores não podem ficar surdos”.

Outra indagação que surgiu foi se “o barulho da rabeta altera a pesca de peixe e camarão”. Tais indagações ficaram para esses estudantes pesquisarem futuramente, pois deveria ser feito um estudo mais profundo sobre esses questionamentos usando medidores do nível sonoro.

Imagem 4: Rabeta saindo do trapiche de Curralinho.



Fonte: Arquivo de Deuzilene Miranda.(2024)

Em um dos encontros trabalhamos com um instrumento musical tradicional em Curralinho⁶, o *pau de chuva*⁷. O uso do instrumento na atividade tinha como objetivo uma análise investigativa dentro da sequência didática, sobre tal instrumento, em busca de observações e conclusões dos alunos, de um nível mais simples (o som lembra o som da chuva) até a mais complexa (como o som surge nesse instrumento?). O pau de chuva é um dos instrumentos, que faz parte da cultura curralinhense, assim como da cultura indígena amazônica. Ele é utilizado em rodas de carimbó⁸, dança típica dos povos amazônicos em vários eventos culturais. Ele é feito com embaúba⁹ ou bambu, porque são ocos e funcionam como tubos sonoros, espinhos no interior desses tubos sonoros e sementes, que ficam batendo nos espinhos, emitem o som.

6 Curralinho: O município de Curralinho junto com Bagre, Breves, Melgaço, Portel, Anajás, Gurupá e Afuá ocupam a parte ocidental da ilha do Marajó, região denominada de o Marajó das Florestas. Já os municípios Soure, Salvaterra, Cachoeira do Arari, Santa Cruz do Arari, Ponta de Pedras, Chaves, Muaná e São Sebastião da Boa Vista ocupam a parte oriental da ilha, chamada de Marajó dos Campos.

7 Pau de chuva é um instrumento percussivo que produz um som remanescentemente parecido ao da chuva. Originário das culturas indígenas da América do Sul, particularmente dos povos do Chile e do Brasil, é utilizado tanto em cerimônias culturais quanto em músicas contemporâneas. Este estudo se propõe a investigar as características físicas e acústicas deste instrumento, proporcionando um entendimento mais profundo de sua produção sonora.

8 Roda de Carimbó: dança típica do Estado do Pará/Brasil, em formato de dança de roda, combinando elementos indígenas, africanos e europeus.

9 Tipo de madeira da região.

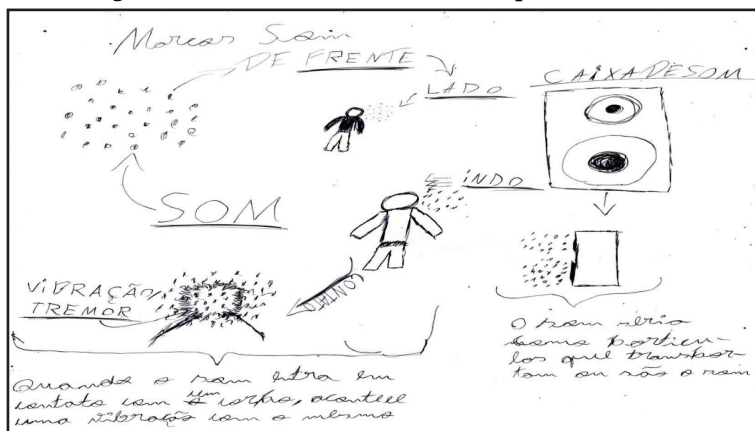
Imagem 5: Pau de Chuva



Fonte: Deuzilene Miranda (2024).

Na continuidade da proposta metodológica, foi solicitado aos alunos que desenhassem o que seria o som no cotidiano de cada um. A proposta visou identificar como os alunos expressam, no papel, de forma imaginária a temática discutida. Tal apreensão possibilita identificar como eles imaginam o que é o som. A seguir destacamos um dos desenhos apresentados.

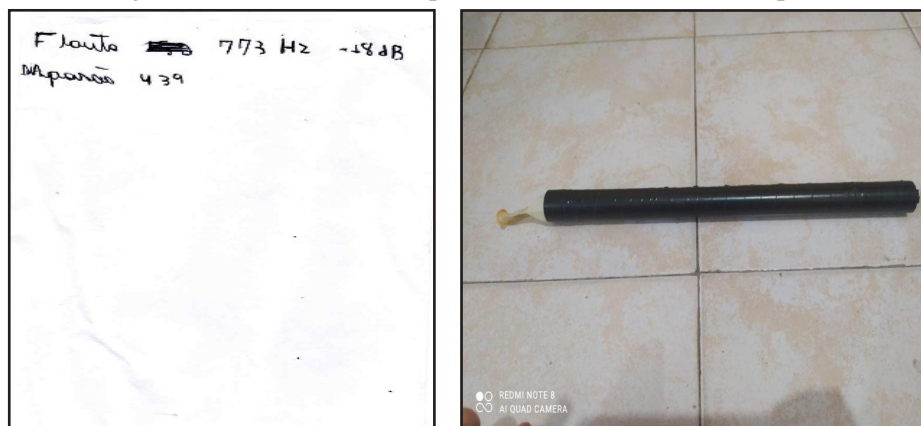
Imagem 7: Desenho do Aluno sobre a compreensão do som.



Fonte: Arquivo do Autor.

A vibração, movimentos passaram a ser expressos na representação do que identificam como som, bem como instrumentos em sua volta como um aparelho de som. Também ocorreu a construção de instrumentos como a flauta (Imagem 8), com a qual foi medido a frequência .

Imagem 8: Aluno medindo a frequência de uma flauta construída por ele



Fonte: Arquivo do Autor.

A Bioacústica é uma ferramenta inovadora e poderosa para a observação e conservação da biodiversidade. Com o avanço da tecnologia e a formação continuada dos pesquisadores, a Bioacústica tem o potencial de transformar a maneira como protegemos a biodiversidade, pois não é apenas uma ferramenta científica; ela é um elo que conecta tecnologia, natureza e cultura. Sua capacidade de identificar e monitorar espécies em seu habitat natural a torna essencial para os esforços de preservação. Com um futuro promissor, essa área continuará a evoluir, oferecendo novas maneiras de entender e proteger o mundo natural. Ao valorizar e integrar os sons dos ecossistemas, podemos criar estratégias de conservação mais eficazes e promover uma relação mais harmoniosa entre humanos e natureza.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após o estudo da Bioacústica os alunos aprenderam que para eles (os ribeirinhos) o som está ligado a floresta e ao rio, o convívio contínuo com a natureza faz com que o silêncio seja preocupante, pois estão acostumados com o canto dos pássaros, do som do vento e do barulho do rio. O som para o caboclo marajoara vai muito além de uma linguagem secreta e amena com a terra, mas é também uma identidade, algo que está ligado a cultura, as lendas, as rezas e ao barulho da rabeta e; é nesse espaço rico de sonoridade, que os alunos aprendem

que a convivência com a floresta, que é tão viva quanto eles. Que a vida está no som da chuva que cai, que rega a terra e faz a floresta crescer novamente e que a queda de uma árvore, quando cortada por um moto serra, é um som estrondoso ruim para a vida na floresta.

REFERÊNCIAS

- Acevedo Marin, R. E. et al. **Povos tradicionais no arquipélago do Marajó e políticas de ordenamento territorial e ambiental**. Rio de Janeiro: Casa 8, 2015. Acesso em: 19 nov. 2024.
- CARVALHO, A. M. P. **O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas**. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20
- _____. **Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>. Acesso em: 20 nov. 2024.
- Cientistas da NASA estudam saúde da Amazônia a partir de sons da floresta**. *Revista Galileu*, 22 ago. 2022. Disponível em: <https://galileu.globo.com/Um-So-Planeta/noticia/2022/08/cientistas-da-nasa-estudam-saude-da-amazonia-partir-de-sons-da-floresta.ghtml>. Acesso em: 21 nov. 2024.
- DIEGUES, A. C. S. (Org.); MOREIRA, A. C. C. (Org.). **Espaços e recursos naturais de uso comum**. São Paulo: NUPAUB, 2001.
- GAME, E. **O som e a saúde das florestas**. Entrevista concedida a Revista Ciência Hoje. v. 36, n. 335, p10 – 12; 2016. Disponível em: https://cienciahoje.periodicos.capes.gov.br/storage/acervo/ch/ch_335.pdf . Acesso em: 20 nov. 2024.
- GONÇALVES, A. S.; COSTA, E. M. **Os ribeirinhos do Marajó: notas sobre as práticas tradicionais na relação com o meio ambiente amazônico**. Revista Humanidades e Inovação, v. 7, n. 15, 2020. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadesinovacao/article/view/2925>. Acesso em: 19 nov. 2024.
- LOPES, E. **O som e a saúde das florestas**. CH335- Abril, Ciência Hoje. 2016. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/o-som-e-a-saude-das-florestas>. Acesso em: 20 nov. 2024.
- PILLING, S. **Biofísica – Ondas, som e introdução a bioacústica**. Disponível em https://www1.univap.br/spilling/BIOF/BIOF_04_Ondas,%20som%20e%20bioacustica.pdf. Acesso em: 08 abr. 2025.
- SCHAAN, D. P. **Marajó: arqueologia, iconografia, história e patrimônio**. Erechim, RS: Habilis, 2009. Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadesinovacao/article/view/2925>. Acesso em: 20 nov. 2024.

O USO DE INSTRUMENTOS MUSICAIS PARA O ENSINO DE ACÚSTICA: UMA POSSIBILIDADE AMAZÔNICA

Ana Carla Avelar Monteiro¹
José Ricardo da Silva Alencar²

INTRODUÇÃO

Na Ilha de Samos, atual território da Turquia, o pensador Pitágoras³, no século VI a.C, erigiu alguns dos alicerces fundantes da Ciência Moderna. Em meio às colunas faustosas da Grécia Antiga, frutos de um momento marcado pela efervescência política, social e cultural do Período Clássico, o matemático cunhou fundamentos da Geometria, Aritmética, Astronomia e Música – conjunto interdisciplinar chamado *Quadrivium*.

Ligado ao mundo das artes, Pitágoras era particularmente apaixonado pela música. Tal impulso pelas sonoridades o instigou a desenvolver boa parte da teoria musical ensinada até os dias de hoje. Atribui-se a ele, por exemplo, a organização do som através das escalas musicais *dó, ré, mi, fá, sol, lá, si* – conjunto presente na formação de todo constructo musical de matiz ocidental.

Consta que Pitágoras dedicou muito de seu tempo ao estudo dos intervalos musicais em um instrumento chamado monocórdio, que consiste apenas em uma corda sonora, presa em duas extremidades, e um dispositivo móvel que permite que se faça vibrar apenas uma fração da corda (Bleicher et al, 2002).

Música e Matemática, para o intelectual grego, eram campos indissociáveis. Em seu *Quadrivium*, compreendeu a Aritmética como a empiria dos números em repouso, na contramão da harmonia e do ritmo que atravessavam a música – esta, concebida como estudo dos números em movimento. Ademais, mesmo

1 Graduada em Física pela UFPA. Graduada em Matemática pela UEPA. Mestranda em Física pelo MNPEF/UFPA. E-mail: aavelar691@gmail.com.

2 Doutor em Educação pela UNESP. Professor do MNPEEF/UFPA. E-mail: jrsalencar@gmail.com.

3 Filósofo, matemático, astrônomo e músico grego pré-socrático. Nasceu na Ilha de Samos, aproximadamente em 570 a.C. e morreu, provavelmente, em 496 a.C. Passou boa parte de sua vida na antiga região da Magna Grécia (atual território italiano) e lá fundou sua escola.

com a convergência pitagórica marcante, os estudos cruzados de Música e Matemática caminharam, no transcurso da história, de forma relativamente separadas - pelo menos até a emergência do Renascimento. Nesse novo período de profundas mudanças culturais, artísticas e científicas que iniciaram na Itália do século XIV e se dilataram por toda a Europa no século XVII, o Pitagorismo novamente ganhou realce. Esse movimento foi também porta de entrada para a eclosão de ciências modernas como a Física.

O século XIX, centúria marcada pelo florescimento do cientificismo, seja no domínio das humanidades (Antropologia, Etnologia, Sociologia e seus estudos dos fenômenos sociais), quanto no da Natureza, viu a Química e a Física se afirmarem como campos independentes de investigação. Na seara dos objetos de inquirição da Física Moderna, destacaram-se, entre outras, a Mecânica, ramo da Física que estuda o movimento; a Termodinâmica, que se debruça sobre o calor; e a Ondulatória, que problematiza a múltiplas formas pelas quais as partículas (perturbações) se propagam no espaço sem a condução de matéria.

No século XV teve início uma mudança na forma de abordar todas as áreas do conhecimento, uma mudança epistemológica, caracterizada por processos de matematização, experimentação e mecanização. A nova Ciência buscava modelos matemáticos para explicar os fenômenos naturais. Foi uma verdadeira revolução, não a única conhecida na história, porém devido às grandes proporções ficou conhecida como “A Revolução Científica” (Grillo et al., 2016).

A Ondulatória, mais especificamente no domínio da Acústica, ramo da Física associado ao estudo do som, foi um campo de conhecimento no qual se destacaram o Egito Antigo e a China, que aprimoraram as habilidades de afinação dos sinos. Já na Grécia, Pitágoras e seus discípulos desenvolveram pesquisas relacionadas a natureza do som e a teoria matemática das escalas recebendo contribuições de Euclides⁴ de Alexandria, que relacionou a altura do som ao número de movimentos produzidos.

Arquimedes⁵ de Siracusa, determinou a intensidade acústica como sendo o inverso do quadrado da distância e, Heron⁶ de Alexandria determinou o ângulo de

4 Professor, matemático platônico e escritor grego, muitas vezes referido como o “Pai da Geometria”. Além de ter escrito sua principal obra, *Os Elementos*, também escreveu sobre rigor, teoria dos números, proporções, perspectivas, óptica, seções cônicas, Geometria esférica e Astronomia.

5 Matemático, filósofo, físico, engenheiro, inventor e astrônomo grego. cientistas da Antiguidade Clássica. Entre suas contribuições à Física, estão as fundações da hidrostática e da estática, tendo descoberto a lei do empuxo.

6 Matemático e engenheiro grego, Heron esteve ativo em torno do ano 62. É especialmente conhecido pela fórmula que leva seu nome e se aplica ao cálculo da área do triângulo. Seu trabalho mais importante no campo da geometria. Ficou conhecido por inventar um

incidência do som nos sólidos como igual ao ângulo de reflexão - base fundamental para a arquitetura dos teatros gregos. Foi um monge italiano beneditino que regia o coro da catedral de Arezzo, chamado Guido D'Arezzo, que reconheceu pela primeira vez os sons tu, ré, mi, fá, sol, lá, notas iniciais do hino de São João Batista. A nota Si só apareceu no século XVI, substituindo o ut.

Usamos na Música nomes próprios da linguagem musical, tirados por Guido D'Arezzo, no século XI, das sílabas iniciais de um hino a S. João Batista. Como exemplo, podemos citar a escala de Dó Maior: DÓ; RÉ; MI; FÁ; SOL; LÁ; SI; DÓ, que substituem os números de Hz das frequências utilizadas na Física/Acústica e na Matemática (Grillo et al., 2016).

Nomes como Galileu Galilei foram resgatados por estudiosos da Modernidade. Nesse contexto, começam a se desenvolver os estudos sobre a Acústica Musical, no qual se destacam físicos e matemáticos como: John Wallis, Johannes Kepler, Vincenzo Galilei, Galileu Galilei, René Descartes, Christian Huygens e Joseph Saver; este último, considerado o pai da Acústica. (Grillo et al., 2016).

No século XVII, depois do desenvolvimento da teoria ondulatória com Huygens (1629- 1695), foram desenvolvidas teorias sobre a propagação das ondas sonoras, visto que a origem dos estudos em Acústica estava relacionada com a Música. O diagnóstico do astrônomo de Florença que relacionou a frequência à sensação de “altura” musical foi um marco à inclusão da música nos domínios da Física na contemporaneidade.

Traçado este pequeno caminho até o estudo da acústica na Física, é hora de delimitarmos suas funções aos nossos anseios. O presente trabalho descreve uma proposta pedagógica que utiliza Sequências de Ensino Investigativo (SEI) no ensino de ondulatória e acústica, explorando o uso de instrumentos musicais, como flauta doce e xilofone, para abordar os princípios das ondas mecânicas e a forma como elas se propagam em diferentes meios. Fundamentada no modelo de ensino por investigação de Carvalho (2013), a proposta integra aspectos conceituais de Física à teoria musical, possibilitando aos estudantes vivenciar e compreender fenômenos como altura, timbre e intensidade sonoros.

Apresentando uma proposta pedagógica para os alunos do 2º ano do Ensino Médio, tendo como tema: “O uso de instrumentos musicais para o ensino de acústica: uma possibilidade amazônica”. Para Hinrichsen (2012 apud Cavalcante et al, 2012), essa relação entre música e física, propõe a interdisciplinaridade, ou seja, a capacidade de dialogar com as diversas ciências, fazendo entender o saber como um e não em fragmentações.

Deste modo, a acústica será aqui concebida a partir da fronteira interdisciplinar entre Física e Matemática, atentando, em última instância, ao

mecanismo para provar a pressão do ar sobre os corpos.

método de aplicação deste campo aos alunos postulantes ao Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Reconhecer, compreender e relacionar tópicos de ondulatória e da acústica, associando as qualidades fisiológicas do som e seus diferentes meios de propagação aplicados à vida cotidiana do estudante amazônida que é diariamente atravessado por um manancial de sonoridades regionais.

A ACÚSTICA APLICADA NO ENSINO DE MÚSICA NA AMAZÔNIA

Como referencial teórico nos apoiaremos em três autores, sendo que o primeiro está no livro “Ensino de ciências por investigação”, da autora Anna Maria Pessoa de Carvalho (2013), no qual ela apresenta uma sequência de ensino investigativo (SEI) mostrando condições para implementação em sala de aula.

O segundo referencial está na teoria de Lev Vygotsky, um psicólogo russo do século XX que destaca a importância do papel do professor como mediador do aprendizado. Neste processo o professor pode criar situações de aprendizagem em que os alunos se engajem em atividades desafiadoras, mas acessíveis, fornecendo suporte e orientação conforme necessário.

O terceiro pilar de referencial teórico será Jean William Fritz Piaget. Esse autor foi biólogo, psicólogo e epistemólogo suíço, considerado um dos mais importantes pensadores do século XX. Em sua teoria, explica os mecanismos de construção do conhecimento pelos indivíduos através de conceitos como equilíbrio, desequilíbrio e reequilíbrio. O ponto de relevância na teoria desenvolvida por Piaget é o de que qualquer aquisição de novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior.

Apesar de parecer que trabalharemos com diferentes referenciais teóricos e que estes autores podem de alguma forma divergir entre si, o livro de ensino por investigação da autora Ana Maria une as três teorias, o que nos possibilita trabalhar com estas linhas de ensino. O livro também nos norteia para uma sequência didática de ensino por investigação no qual o aluno usa estratégias pessoais para a resolução de problemas, tornando possível atingir os objetivos gerais e específicos estabelecidos neste artigo.

No Brasil, a evolução do currículo de física está norteada por propostas curriculares na Lei de Diretrizes de Bases e Bases da Educação⁷ e os Parâmetros Curriculares Nacionais⁸ que estabelecem um conjunto de habilidade e competências a serem desenvolvidas no ensino de física. Estas habilidades e

7 Lei nº 9.394/1996, que regulamenta o sistema educacional brasileiro. A LDB define as diretrizes e bases da educação, estabelece as responsabilidades de cada nível de governo e garante o direito à educação.

8 Conjunto de diretrizes educacionais do Ministério da Educação (MEC) do Brasil. O objetivo dos PCNs é orientar a elaboração e execução dos currículos escolares, normatizando alguns fatores fundamentais de cada disciplina.

competências estão divididas em três diretrizes: investigação, compreensão e contextualização. Apoiado nos teóricos descritos acima e na proposta curricular para o ensino de física (acústica), este artigo visa atender a competência número seis da BNCC⁹, especificamente:

(...)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” (BNCC, p.9).

Apoiado na BNCC e seguindo orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PNC) que promovem um conhecimento contextualizado e integrado à vida de cada jovem. Possibilita-se, assim, uma melhor preparação para a resolução das questões do ENEM, que a cada ano tende a ser mais contextualizado e interdisciplinar. No desenvolvimento da proposta, o professor trabalhará a interdisciplinaridade, pois, ao ensinar sobre acústica, o docente discute as filigranas da música, acepção de som e de barulho, além da definição acústica de som e de música - combinação de sons e vazios intercalados ordenadamente e ritmicamente. Identificar um pouco sobre teoria musical e conceitos como altura, intensidade, timbre, intervalos - propriedades fisiológicas do som, na qual se explorará o conceito de ondas mecânicas e como estas se propagam em diferentes meios. E ainda no âmbito da interdisciplinaridade se utilizará a Matemática para as fórmulas de cálculos de comprimento, velocidade e frequência de vibração da onda, intervalos de tons e semitons.

As atividades são estruturadas em etapas de problematização, experimentação e reflexão, incentivando a formulação de hipóteses e a análise crítica de dados. Como instrumento de coleta de informações, é adotado um questionário estruturado, respondido oralmente pelos estudantes após a realização de experimentos com instrumentos musicais. Espera-se que, ao final, os participantes reconheçam a íntima relação entre os conceitos de acústica e a prática musical, desenvolvendo habilidades investigativas e consolidando aprendizagens de forma mais significativa.

Essa proposta será de fácil acesso ao professor, visto que os recursos didáticos pensados para se trabalhar em sala de aula, de modo geral, são de baixo custo. Utilizar-se-á, por exemplo, uma flauta doce, um xilofone e um pequeno violão construído de materiais alternativos, celular, caixinha de música, materiais que podem ser reutilizados. O propósito a ser explorado no desenvolvimento deste trabalho é o de que o aluno consiga perceber tópicos

9 Documento que estabelece as aprendizagens essenciais que devem ser desenvolvidas pelos alunos da Educação Básica brasileira: Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio.

da acústica, sendo capaz de relacionar as qualidades fisiológicas do som com a aplicação no instrumento e na música em si, diferenciando altura, timbre e intensidade sonora para compreender e internalizar o conhecimento exposto em sala de aula.

Na busca da formação integral entre a vida e o mundo do trabalho, um dos documentos que norteia esta formação mais ampla é a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A partir dele, busca-se uma aproximação dos conteúdos entre as diversas disciplinas que compõem o currículo, bem como a relação entre os conteúdos tratados no Ensino Médio e as relações que os mesmos têm com a vida e o trabalho exercidos na sociedade, deliberando que:

Para essa formação ampla, os componentes curriculares da área de Ciências da Natureza devem possibilitar a construção de uma base de conhecimentos contextualizada, envolvendo a discussão de temas como energia, saúde, ambiente, tecnologia, educação para o consumo, sustentabilidade, entre outros. Isso exige, no ensino uma integração entre conhecimentos abordados nos vários componentes da área, bem como da área Ciências da Natureza com outras. Por exemplo, ao tratar do tema energia no Ensino Médio, os/as estudantes, além de compreenderem sua transformação e conservação, do ponto de vista da Física, da Química, da Biologia, podem também percebê-lo na geografia, sabendo avaliar o valor das diferentes fontes de energia em uma matriz energética, considerando fatores com a produção, os recursos naturais mobilizados, as tecnologias envolvidas e os impactos ambientais. Ainda, pode-se perceber a apropriação humana dos ciclos energéticos naturais como elemento essencial para se compreenderem as transformações econômicas ao longo da história. (BRASIL, 2015, p. 150).

No contexto em que ao trabalhar os conteúdos de Física no segundo ano do Ensino Médio, especificamente os relacionados à ondulatória e à acústica, este projeto traz uma proposta pedagógica que busca realçar estes conteúdos. Ao trazer objetos diferentes para a aula, desperta-se a curiosidade do aluno, gatilho para a questão norteadora de se fazer esta prática pedagógica na qual o professor trabalhará com a interdisciplinaridade, usando o ensino por investigação.

No âmbito institucional, a escolha do tema está relacionada à responsabilidade social do programa no que se refere ao domínio de conteúdos de Física e de técnicas atuais de ensino para aplicação em sala de aula, como, por exemplo, estratégias que utilizam recursos de mídia eletrônica, tecnológicos e/ou computacionais para motivação, informação, experimentação e demonstrações de diferentes fenômenos físicos.

METODOLOGIA

A proposta pedagógica relaciona os conceitos de acústica aplicados não somente na leitura de letras de músicas ou no instrumento musical, mas também a parte da teoria como na escala musical para que se perceba na prática as diferentes frequências das notas nas diferentes escalas de Dó, apenas diferenciando a suas regiões ou oitavas. Usará também músicas na caixinha de som para que o aluno possa, como afinador, trabalhar o conceito de frequência das ondas sonoras audíveis, diferenciando o ultrassom do infrassom de instrumentos como flauta doce, xilofone e violão fabricado com materiais de baixo custo.

No desenvolvimento desta proposta, o professor também trabalhará a interdisciplinaridade, pois, ao ensinar sobre acústica, o docente falará um pouco sobre a música, a acepção de som e de barulho, definição acústica de som e música, que nada mais é do que a combinação de sons e vazios intercalado ordenadamente e ritmicamente, trabalhando um pouco sobre teoria musical e conceitos como altura, intensidade, timbre, intervalos que são propriedades fisiológicas do som, explorando o conceito de ondas mecânicas e como estas se propagam em diferentes meios. E ainda no âmbito da interdisciplinaridade se utilizará a Matemática com as fórmulas para o cálculo de comprimento, velocidade e frequência de vibração da onda, intervalos de tons, semitons, entre outros, relacionando o ensino da física e da matemática com a teoria musical.

Assim, a escolha deste tema e sua interdisciplinaridade têm como objetivo explorar ao máximo os conhecimentos prévios que o aluno precisa ter sobre ondulatória e alguns mais específicos como densidade, velocidade, tensão entre outros.

Nosso objetivo ao final desta proposta não será que o aluno toque alguma música, mas sim que ele consiga perceber e relacionar que a física (acústica) está fortemente relacionada à música no intuito de tornar conceitos abstratos de forma mais “real”, utilizando para isso instrumentos musicais que podem ser facilmente comprados, como a flauta doce, o violão ou outros fabricados com materiais de baixo custo. A finalidade do uso desta metodologia ativa de aprendizagem é de que o aluno possa compreender e contextualizar o conhecimento que foi trabalhado em sala de aula, objetivando que o mesmo possa resolver exercícios do Exame Nacional do Ensino Médio. Nessa perspectiva, é possível minimizar um dos problemas do ensino de Física, concordando com Ricardo e Freire (2007) ao considerarem que:

a estrutura escolar atual está cada vez menos capaz de atender às expectativas dos seus alunos; os quais, na sua maioria, não parecem ter boa aceitação pela disciplina de física. O aluno não compreende porque tem de aprender alguns conteúdos, pois tais saberes estão distantes da realidade vivida por eles. Prevalecendo um ensino propedêutico ou profissionalizante (p.56).

A sequência apresentada a seguir foi planejada para alunos do 2º ano do Ensino médio, ficando estruturada em três encontros denominados de três etapas, no qual cada etapa terá duas aulas de 45 minutos cada. Assim, nossa Sequência de Ensino Investigativo (SEI) tem com o objetivo de tornar o ensino dos conceitos de ondulatória e acústica mais contextualizado, estimulante e significativo, elaborando uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI). A seguir passaremos a descrever as etapas da SEI

O desenvolvimento de cada uma das etapas foi subdividido em duas partes visando melhor desenvolvimento da metodologia. A primeira parte da etapa 1 será uma aula expositiva, podendo ser intercalada entre expositiva e aula dialogada com o uso do recurso didático da data show para que possa fazer uma revisão dos conhecimentos de ondulatória e acústica como: altura, intensidade, timbre, intervalos que são propriedades fisiológicas do som, explorando o conceito de ondas mecânicas e como estas se propagam em diferentes meios, trabalhando um pouco sobre teoria musical e seus conceitos

No segundo encontro da primeira etapa, o professor deverá usar como recurso pedagógico o celular e a caixinha de som, entregando para cada aluno a letra da música, e em seguida, os alunos devem assistir o vídeo da música (sugestão: *Hallelujah-Violin and Sax Cover* - <https://www.youtube.com/watch?v=CbK62YW03Yk>). Logo após, em um momento de interação, deve ser solicitado que a turma acompanhe cantando. Esta etapa permitirá que o professor trabalhe as qualidades fisiológicas do som diferenciando timbres, altura e intensidades sonoras.

O primeiro encontro da segunda etapa receberá o nome de problematização no qual professor trará experimentos para problematizar uma questão. Tendo como objetivo que o aluno consiga relacionar a parte teórica com a aplicação no instrumento:

Figura 1: Instrumentos de baixo custo



Fonte: <https://oenigmadafisica.blogspot.com>

No segundo encontro da segunda etapa o professor irá dividir a turma em trio ou grupos para que os alunos formulem hipótese de resolução para o problema proposto no experimento, pedindo que possam responder oralmente a um questionário estruturado.

1. Nome:
2. Como o som é produzido naquele (determinado) instrumento e como chega nos nossos ouvidos?
3. Você tem conhecimento de algum conceito de Física que tenha relação ao som dos diferentes instrumentos? Por favor, explique.
4. Classifique entre todos os instrumentos que você conhece de acordo com sua intensidade. Qual o de maior intensidade e o de menor intensidade?

3º etapa - primeiro encontro: direcionar os grupos para o entendimento do experimento ressaltando que esta etapa precisa de atenção por parte do docente para que o mesmo não forneça ao estudante as respostas do problema. Em seguida, explicar a resolução do problema proposto. Sendo que esta explicação será de forma expositiva para todos os colegas de sala.

3º etapa - Segunda parte: Reunir os grupos para que possam expor a análise de sua resposta/ reforço de teoria e exercício de revisão. Na culminância deste projeto será tocado um medley de lundum e carimbó na flauta doce.

Sequência de Ensino Investigativo (SEI)		
ETAPA S	OBJETIVOS	DURAÇÃO
1º etapa	Organizadores prévios: aula inicial ministrada pelo professor com caráter expositivo.	1 aulas de 45 minutos
1º etapa	Analisar a letra de uma música com o objetivo de identificar os elementos da acústica com o objetivo de despertar ou construir subsunçores.	1 aulas de 45 minutos
2º etapa	Problemáticação: o professor trará experimentos para problematizar uma questão.	1 aulas de 45 minutos
2º etapa	Dividir a turma em trio ou grupos para que os alunos formulem hipótese de resolução para o problema proposto no experimento	1 aulas de 45 minutos
3º etapa	Direcionar os grupos para o entendimento do experimento para que em seguida possam explicar a resolução do problema proposto.	1 aulas de 45 minutos
3º etapa	Reunir os grupos para que possam expor a análise de sua resposta/ reforço de teoria e exercício de revisão.	1 aulas de 45 minutos

Pretende-se, portanto, reconhecer, compreender e relacionar tópicos de ondulatória e da acústica associando as qualidades fisiológicas do som e seus diferentes meios de propagação aplicados à vida cotidiana e também na resolução das questões do Exame Nacional do Ensino Médio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso objetivo ao final desta proposta não será que o aluno toque alguma música, mas sim que ele consiga perceber e relacionar que a física (acústica) está fortemente relacionada à música no intuito de tornar conceitos abstratos de forma mais “real”, utilizando para isso instrumentos musicais que podem ser comprados como flauta doce, violão ou outros fabricados com materiais de baixo custo.

Esperamos que esta proposta de Sequência de Ensino Investigativo (SEI) possa ter conduzido no processo de aprendizado do trabalho científico e que este possa ser gradativamente ampliado durante o seu processo de formação estudantil. Para este fim nos apoiamos no livro de ensino de ciências por investigação e condições para ser implementado em sala de aula, onde citaremos o trecho:

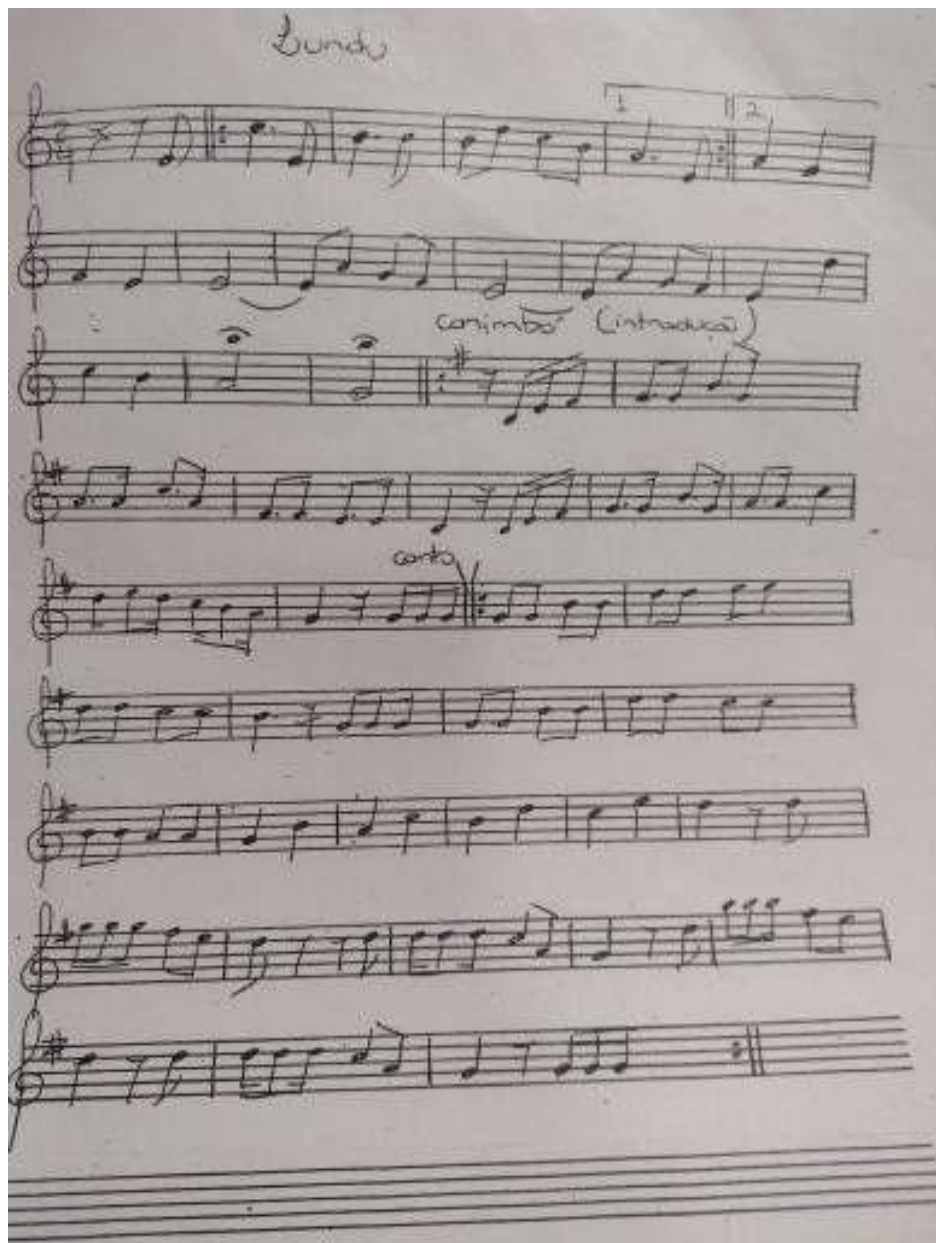
Além disso, a linguagem das Ciências não é só uma linguagem verbal. As Ciências necessitam para expressar suas construções, de figuras, tabelas, gráficos e até mesmo da linguagem matemática. Portanto, temos de prestar atenção nas outras linguagens, uma vez que somente as linguagens verbais – oral e escrita – não são suficientes para comunicar o conhecimento científico. Temos de integrar, de maneira coerente, todas as linguagens, introduzindo os alunos nos diferentes modos de comunicação que cada uma das disciplinas utiliza (Sasseron, 2013, p. 41)

Desta forma, acreditamos que o uso de recursos didáticos tende a somar no processo de alfabetização científica do indivíduo. Alinhado ao bom planejamento do professor, o uso desses diferentes recursos didáticos pode ser estratégico ao Ensino das Ciências da Natureza, potencializando o desenvolvimento desse protagonismo estudantil. Acredita-se que esta abordagem contribua para tornar o ensino de Física mais motivador e contextualizado, uma vez que promove a transposição de conceitos muitas vezes abstratos para experimentos concretos no cotidiano escolar. Além disso, a proposta visa aprimorar a compreensão do trabalho científico na formação docente, pois incentiva uma postura ativa, reflexiva e crítica ao longo de todo o processo de ensino-aprendizagem.

Ao final deste artigo esperamos propor uma SEI com o objetivo de que aluno possa compreender e contextualizar o conhecimento que foi trabalhado em sala de aula para resolver exercícios do Exame Nacional do Ensino Médio. Mas sobretudo que ele possa contextualizar o conhecimento científico ao seu regionalismo.

ANEXO

Figura 2: Partitura de música regional.



Fonte: acervo pessoal.

REFERÊNCIAS

- BLEICHER, L.; SILVA, M. M.; RIBEIRO, J. W.; MESQUITA, M. G. **Análise e Simulação de Ondas Sonoras Assistidas por Computador**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n. 2, junho, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular –2ª** Versão do documento preliminar. MEC. Brasília, DF, 2016.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da educação, 2000.
- CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CAVALCANTE, J. C. L.; BUENO, F. R.; COSTA, C. A.; AMORIM, R. G. G. **Física e Música: Uma proposta Interdisciplinar**. Rev. Areté, Manaus, v. 5, n. 9, p. 101 – 111, ago., dez., 2012.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica: para uso dos estudantes universitários**. 3. ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.
- CRESWEL, J. W. **Projeto de pesquisa: método qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.
- GRILO, M. L.; PEREZ, L. R. (org.). **Física e música**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.
- HENRIQUE, L. L. **Acústica Musical**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2002.
- MAIA, J. O. et. al. **Piaget, Ausubel, Vygotsky e a experimentação no ensino de química**. Girona, 2013. Disponível em: <306333-Texto del artículo-431184-1-10- 20160316.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2023.
- SASSERON, L. H. **Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor**. In: CARVALHO, A. M. P. de. (Org.) **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p.41-62.
- TEIXEIRA, W. M, **Caderno de Musicalização: canto e flauta doce**, Curitiba: Governo do Paraná, 2008.

A EPISTEMOLOGIA COMO FERRAMENTA PARA ENTENDER A MECÂNICA QUÂNTICA

Rodrigo Lima Coelho¹

Silvana Perez²

INTRODUÇÃO

A Mecânica Quântica (MQ), desde sua concepção, tem desafiado não apenas a física clássica, mas também a maneira como entendemos o mundo, talvez devido se tratar de um conteúdo de natureza microscópica, como relata Pessoa Jr. (1998, p. 4): “A mecânica quântica é uma teoria científica que descreve muito bem experimentos com objetos microscópicos, como átomos, moléculas, e suas interações com a radiação (por exemplo, a luz)”. Suas teorias e experimentos frequentemente parecem contrariar a intuição e a lógica tradicional. Neste contexto, a epistemologia, o estudo do conhecimento e de como o adquirimos, emerge como uma ferramenta para auxiliar seu entendimento. Este artigo pretende investigar como a epistemologia pode ajudar a decifrar as complexidades da física quântica, proporcionando uma compreensão mais profunda dos conceitos que a compõem. Sobre a importância da epistemologia Silva (2015, p. 9) em sua dissertação, afirma que

a análise destes obstáculos epistemológicos contribui para que se superem os obstáculos pedagógicos que impedem os alunos de compreenderem o conhecimento científico e os professores de compreenderem por que o aluno não aprende, bem como contribui para balizar nossa ação pedagógica de modo a não reforçar tais obstáculos.

A citação destaca a importância de identificar e analisar os obstáculos epistemológicos na educação, em especial na MQ, que são barreiras que dificultam a compreensão do conhecimento científico tanto por parte dos alunos quanto dos professores. Além disso, a citação enfatiza a necessidade de uma

1 Mestrando do Programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF)- Polo 37- UFPA. Professor da Prefeitura Municipal de Cachoeira do Piriá. E-mail: rodrigotrumpet@yahoo.com.br.

2 Docente do Programa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF)- Polo 37- UFPA. Professora Titular da Universidade Federal do Pará (2020). E-mail: silperez@ufpa.br.

ação pedagógica consciente, que não apenas evite reforçar esses obstáculos, mas que ativamente busque superá-los. Isso implica em uma formação contínua dos educadores, que devem estar abertos a novas metodologias e abordagens que favoreçam uma compreensão mais profunda do conhecimento científico.

O objetivo desse trabalho é investigar de que forma a epistemologia pode facilitar o ensino da Mecânica Quântica (MQ) na educação básica, mediante uma revisão bibliográfica.

A MQ revolucionou nossa compreensão do universo em escalas microscópicas, introduzindo fenômenos que desafiam as leis clássicas da física. Enquanto na mecânica clássica, os objetos têm comportamento ou corpuscular (partícula) ou ondulatório (onda), na mecânica quântica, os objetos podem exibir comportamento de onda e partícula, dependendo do experimento realizado.

Esse comportamento contraintuitivo da MQ faz com que ela seja frequentemente vista como inacessível e complexa pelos alunos, no entanto, a epistemologia, o estudo do conhecimento e suas origens, pode oferecer perspectivas valiosas para entender esses desafios, levando os alunos a uma compreensão mais profunda e interessante da MQ. Este artigo explora como conceitos epistemológicos podem ser utilizados para ajudar os alunos a navegar pelas dificuldades inerentes ao aprendizado da física quântica.

Por exemplo, a compreensão da dualidade onda-partícula, que pode ser considerada epistemologicamente como o início da MQ, com os estudos sobre a natureza da luz abrindo caminho para a formulação da MQ e sendo precursora de áreas como a computação quântica e tecnologia de comunicação, pode ajudar estudantes na compreensão desse conteúdo. Assim, o estudo da luz é uma porta de entrada para explorar e inovar no campo vasto e complexo da física da MQ. “A natureza da luz é o ponto de partida de uma discussão acadêmica que resultou no desenvolvimento da mecânica quântica.” (Custódio, 2021, p. 1).

Assim, um dos pilares fundamentais da MQ, a dualidade onda-partícula, foi proposta inicialmente por Louis de Broglie em 1924, a sugere que todas as partículas têm características ondulatórias, e todas as ondas possuem propriedades de partículas. Um exemplo clássico que explica o comportamento da luz é o experimento da dupla fenda, onde elétrons, ao serem disparados através de duas fendas, com certas especificações criam um padrão de interferência típico de ondas, mesmo quando emitidos individualmente, como explica Pessoa Jr. (1998, p.85): “Neste experimento, o padrão contido em uma pequena região (as fendas) é projetado em uma grande região na tela.”. Este fenômeno desafia a intuição clássica, pois implica que uma partícula pode existir em uma superposição de estados até ser observada. Em resumo, o experimento da fenda dupla não é

apenas uma demonstração dos princípios da mecânica quântica; ele representa um convite à reflexão sobre a natureza da realidade e o papel do observador. A superposição de estados e o comportamento paradoxal das partículas quânticas continuam a inspirar pesquisas e debates intensos, desafiando nossa compreensão do universo em níveis fundamentais.

METODOLOGIA

Para abordar a tese de que a epistemologia pode facilitar o estudo da MQ na educação básica, realizamos uma revisão bibliográfica nas áreas de epistemologia e mecânica quântica. A busca foi realizada no Google Acadêmico com os termos “epistemologia mecânica quântica” e “epistemologia teoria quântica”, filtrando por trabalhos publicados entre 2021 e 2025. Os resultados incluíram teses, dissertações e artigos que analisam a relação entre epistemologia e mecânica quântica, destacando debates sobre interpretações teóricas, como a epistemologia poderá ajudar a entender a mecânica quântica e implicações filosóficas. Foram priorizados estudos que abordam controvérsias históricas, diversas interpretações do entendimento da mecânica quântica, e aplicações educacionais que integram reflexões filosóficas ao ensino da física quântica. A seleção considerou trabalhos que exploram conceitos e desenvolvimentos iniciais do tema em questão, bem como estudos que relacionam história da ciência e filosofia da física.

Analizamos trabalhos clássicos e contemporâneos que discutem a interseção entre estas duas disciplinas. A metodologia inclui a comparação de diferentes interpretações quânticas, como a interpretação de Copenhague, por exemplo, sob uma lente epistemológica. Além disso, consideramos críticas às análises de filósofos da ciência que contribuíram para esta discussão. Sobre a interpretação de Copenhague, de acordo com Batista, Vicari e Neto (2022, p. 01):

a qual ressalta o caráter probabilístico do conhecimento físico sobre a intimidade da matéria. Deve ser ressaltado que, de acordo com esta interpretação, a indeterminação na MQ é ontológica e não epistemológica, ou seja, é constitutiva da realidade (ontológica) e não uma medida da ignorância do investigador acerca de supostas variáveis não explícitas (epistemológica); ou seja, o mundo quântico seria indeterminístico em si...

Por outro lado, Weiss (2022, p. 108) cita em seu artigo que:

Einstein se opõe à interpretação de Copenhague sobre a física quântica que contava com importantes físicos da época, como: Schroedinger e Niels Bohr. Einstein afirmava, quanto a essa questão probabilista, que “Deus não joga dados”, ao passo que Bohr diz para Einstein “não dizer o que Deus deve fazer”.

Ou seja, essa discussão tinha muitas divergências no meio de pessoas que dedicaram anos de pesquisas sobre o assunto; e não iria ser diferente nos tempos atuais para entender um assunto muito difícil como a MQ.

Esse debate tem implicações significativas para a educação em ciências, pois provoca reflexões sobre como conceitos científicos são apresentados. A resistência de Einstein à aceitação do acaso na física pode ser utilizada para estimular discussões sobre a natureza do conhecimento científico, incentivando os alunos a questionar e explorar diferentes interpretações dos fenômenos naturais.

A revisão bibliográfica realizada nesta pesquisa destaca como a percepção dos pesquisadores sobre o conhecimento epistemológico influencia sua capacidade de compreender conceitos quânticos. Ao reconhecer o campo indeterminístico da mecânica quântica e valorizar o conhecimento epistemológico, os pesquisadores podem aprimorar sua compreensão e abordagem em relação a esta área da ciência. Essa interseção entre epistemologia e mecânica quântica não apenas enriquece o entendimento individual dos pesquisadores, mas também contribui para o avanço coletivo do conhecimento científico na física moderna.

Os dados coletados indicaram que uma compreensão maior dos fundamentos epistemológicos pode facilitar uma maior aceitação dos conceitos quânticos, que frequentemente desafiam intuições clássicas. Por exemplo, muitos participantes relataram que suas formações acadêmicas e experiências anteriores influenciaram suas abordagens para interpretar fenômenos quânticos, como o entrelaçamento e a superposição, pois “uma abordagem mais conceitual e qualitativa da Física Quântica (FQ) é mais adequada além de mais efetiva (Ostermann et al., 2004, p. 01)”.

Além disso, foi observado que pesquisadores com uma formação mais sólida em filosofia da ciência tendem a ter uma visão mais aberta e flexível em relação aos debates no ensino de ciências, levando também, por que não, às implicações da MQ. Veja o que diz Massoni (2010, p. 59) em sua tese de doutorado:

Parece haver certo consenso entre os pesquisadores na área de que a inclusão de disciplinas de Epistemologia, ou Filosofia da Ciência, nos cursos de Licenciatura na área das ciências pode ser uma ferramenta potencialmente útil na promoção de discussões e reflexões entre os futuros professores e assim contribuir para a melhoria do ensino de ciências...

Em suma, a inclusão de disciplinas de Epistemologia e Filosofia da Ciência nos cursos de Licenciatura em Ciências representa uma oportunidade valiosa para transformar a formação docente. Ao promover discussões e reflexões críticas, essas disciplinas não apenas enriquecem o conhecimento dos futuros professores, mas também contribuem significativamente para a melhoria

do ensino de ciências. Essa abordagem pode resultar em educadores mais bem preparados, capazes de inspirar seus alunos e cultivar uma compreensão mais profunda e crítica da ciência na sociedade contemporânea.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise revelou que a epistemologia oferece diversas ferramentas que podem elucidar aspectos da MQ. Primeiramente, os conceitos de incerteza e indeterminação, centrais na MQ, encontram paralelos em discussões epistemológicas sobre a limitação do conhecimento humano. Em segundo lugar, a interpretação de fenômenos quânticos, como a superposição e o entrelaçamento, pode ser enriquecida através de uma compreensão epistemológica, que questiona as bases e os limites do que consideramos como realidade; como citado por Batista, Vicari e Neto (2022, p. 02):

O indeterminismo atávico da interpretação da Escola de Copenhague se expressa – pode-se dizer – em um acento profundamente probabilístico, não determinístico, da realidade, na lógica das relações de incerteza propostas por Heisenberg.

A discussão se concentra em como as abordagens epistemológicas podem desafiar e expandir nossa compreensão da MQ. Por exemplo, ao considerar a natureza probabilística da MQ, a epistemologia nos obriga a reconsiderar o que significa “saber” algo no domínio quântico. Além disso, as implicações filosóficas da MQ, como o papel do observador na medição e a natureza da realidade, são discutidas à luz da epistemologia, sugerindo que o conhecimento científico é tanto uma construção humana quanto uma descoberta objetiva; como cita Batista, Vicari e Neto (2022, p. 02) no seguinte trecho: “Heisenberg considerava a existência de uma realidade potencial, alterada pelo observador – aquele que se propõe a mensurar um dado fato”.

Dessa forma, a análise dos resultados sugere que a inclusão de uma perspectiva epistemológica no ensino da MQ pode ajudar os alunos a desenvolverem uma compreensão mais profunda dos conceitos. Ao refletir sobre como se constrói o conhecimento científico, os estudantes são incentivados a questionar suas intuições e preconceitos, promovendo um ambiente mais propício à aprendizagem.

Além disso, educadores podem utilizar abordagens pedagógicas que enfatizem o processo de construção do conhecimento em vez de simplesmente transmitir informações. Isso pode incluir atividades práticas que demonstrem princípios quânticos e discussões sobre as implicações filosóficas desses conceitos, ou até mesmo outras metodologias que prendam a atenção dos discentes. Como relata Moreira (2015, p. 12) em seu trabalho de conclusão de curso:

No nosso trabalho, fizemos o uso das simulações computacionais, disponibilizadas de forma gratuita no site do Phet (Physics Education Technology), a internet, como objeto de auxílio no ensino da física moderna no nível médio. Com o intuito de evidenciar que esses recursos podem ser usados como um laboratório alternativo, ou seja, um laboratório virtual sem custo financeiro, formalizando em si um recurso pedagógico que permite uma melhor compreensão de um conteúdo ou fenômeno físico.

A citação aborda a utilização de simulações computacionais, especificamente as disponíveis no site PhET, como uma ferramenta pedagógica eficaz para o ensino de física moderna no nível médio. Essa abordagem é particularmente relevante em contextos em que recursos físicos, como laboratórios e equipamentos, são limitados ou inexistentes. A seguinte citação também demonstra a importância de um recurso pedagógico para a compreensão do aluno.

A relação entre teoria e prática é fundamental no ensino de disciplinas complexas, como a física quântica. Essa conexão não apenas enriquece a experiência de aprendizado, mas também permite que os alunos compreendam de maneira mais profunda os conceitos que, à primeira vista, podem parecer abstratos e desafiadores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A MQ apresenta desafios significativos para os educadores e estudantes devido à sua complexidade intrínseca. No entanto, ao integrar uma abordagem epistemológica no ensino dessa disciplina, é possível promover uma compreensão mais acessível e significativa dos conceitos envolvidos, devido a “professores que têm concepções mais alinhadas a “concepções epistemológicas contemporâneas” podem fazer a diferença” (Massoni, 2010, p. 09). A reflexão crítica sobre o conhecimento científico não apenas prepara os alunos para enfrentar as dificuldades da física quântica, mas também os capacita a se tornarem pensadores críticos em ciência. Portanto, utilizar a epistemologia como ferramenta no ensino da MQ não é apenas desejável, mas essencial para formar uma nova geração de cientistas capazes de navegar nas profundezas do desconhecido com confiança e curiosidade.

Concluimos que a epistemologia não apenas contribui para uma melhor compreensão da MQ, mas aproxima do início dos debates até o que se entende hoje relacionado a esse tema, além de enriquecer as discussões sobre a natureza do conhecimento científico. Ao aplicar princípios epistemológicos à interpretação de fenômenos quânticos, podemos não apenas esclarecer questões complexas, mas também aprofundar nossa apreciação das interconexões entre ciência e filosofia. Para futuros estudos, sugerimos uma investigação mais detalhada sobre como outras áreas da filosofia podem continuar a influenciar e ser influenciadas pela MQ.

REFERÊNCIAS

BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. **Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna?** Investigações em Ensino de Ciências, v. 10, n. 3, p. 387-404, 2005.

CUSTODIO, R. **Mecânica Quântica: Conceitos e Desenvolvimentos Iniciais.** Revista Chemkeys, v. 3, 2021. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/355339822>. Acesso em: 03 jun. 2024.

MACIEL, G. F.; CARNEIRO, M. C. **A causalidade no ensino de Física: Uma perspectiva através da epistemologia Piagetiana.** Apresentado na XXI Reunião Técnica do Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, Bauru, SP. UNESP/Bauru, 2024.

MASSONI, N. T. **A epistemologia contemporânea e suas contribuições em diferentes níveis de ensino de física: a questão da mudança epistemológica.** Tese (Doutorado em Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física, Porto Alegre, 2010.

MOREIRA, L. C. D. **O uso de simulações computacionais como ferramenta facilitadora do aprendizado dos tópicos de física moderna no ensino médio.** Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Faculdade de Física, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Marabá, PA, 2015.

OSTERMANN, F.; PRADO, S. D.; RICCI, T. S. F. **Evolução conceitual de professores de física do ensino médio sobre o fenômeno da interferência quântica.** Instituto de Física – UFRGS, 2004.

PEREZ, S. **Mecânica quântica: Um curso para professores da educação básica.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

Pessoa Jr., Osvaldo. **As Interpretações da Física Quântica.** In: AGUILERA-NAVARRO, M.C.K.; AGUILERA-NAVARRO, V.C.; GOTO, M. (Orgs.). Anais III Semana da Física. Londrina: Ed. UEL, 1998, pp. 137-87.

SILVA, J. K. L. **Uma proposta de ensino de tópicos de mecânica quântica sob a ótica de Bachelard.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pampa, Mestrado Profissional em Ensino de Ciência, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unipampa.edu.br/jspui/handle/riu/2425>. Acesso em: 15 out. 2024.

SIQUEIRA-BATISTA, R.; VICARI, M. V.; HELAYËL-NETO, J. A. **David Bohm e a Mecânica Quântica: o Todo e o Indiviso.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 44, e20220102, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2022-0102>. Acesso em: 03 jun. 2024.

WEISS, F. B. **Uma interpretação wittgensteiniana da epistemologia presente na física clássica e mecânica quântica.** Revista Seara Filosófica, v. 23, p. 98-112, Inverno 2022.

CONCEPÇÃO DE EDUCAÇÃO INCLUSIVA E O ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS SURDOS

Ilciclones Pinheiro da Silva¹

Simone da Graça de Castro Fraiha²

Ilcilene Pinheiro da Silva³

INTRODUÇÃO

A educação inclusiva tem se consolidado como um dos pilares fundamentais na construção de uma sociedade mais justa e equitativa, onde o direito à aprendizagem e à convivência na diversidade são reconhecidos e promovidos. No Brasil, esse conceito encontra respaldo em legislações como a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI) e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), que reforçam a obrigatoriedade de adaptações curriculares, metodologias pedagógicas flexíveis e formação de profissionais capacitados para atender às demandas dos alunos com necessidades educacionais específicas.

Neste contexto, o ensino de Física para alunos surdos apresenta-se como um desafio e, ao mesmo tempo, uma oportunidade para a aplicação de práticas inclusivas que valorizem a diversidade linguística e cultural. A Língua Brasileira de Sinais (Libras), reconhecida pela Lei nº 10.436/2002 como a língua de instrução e comunicação das pessoas surdas, desempenha papel essencial nesse processo, ao possibilitar uma mediação efetiva do conhecimento e a participação ativa dos alunos surdos no ambiente escolar.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) emerge como um marco regulatório importante para a educação inclusiva, ao propor diretrizes que promovem a equidade e a acessibilidade. No entanto, sua implementação enfrenta desafios, especialmente no que diz respeito à integração de recursos

1 Mestranda do Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF)- Polo 37- UFPA. Professora da Secretaria de Educação do Estado do Pará (SEDUC- PA) em Salinópolis-PA. E-mail: clenespinoheiro@hotmail.com.

2 Professora Titular da UFPA, docente do Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF) - polo UFPA. E-mail: simone.fraiha@gmail.com.

3 Especialista em Educação Especial e Inclusiva pela Faculdade Pan Americana (FPA). Professora e Coordenadora Pedagógica da Prefeitura Municipal de São João de Pirabas-PA. E-mail: leneped2008@hotmail.com.

tecnológicos, adaptações pedagógicas e formação continuada de professores. Para que a inclusão ultrapasse o discurso e torne-se uma realidade prática, é necessário repensar currículos e práticas educacionais, de modo a atender às necessidades de todos os estudantes.

Este trabalho tem como objetivo explorar os fundamentos da educação inclusiva no ensino de Física para alunos surdos. Busca-se contribuir para a construção de uma educação que respeite as diferenças, valorize a diversidade e ofereça oportunidades reais de aprendizagem a todos os alunos, especialmente aqueles pertencentes a grupos historicamente excluídos. A metodologia utilizada baseia-se em revisão bibliográfica de autores como Mantoan (2003), Quadros e Karnopp (2004), e Strobel (2008), entre outros, que contribuem para a compreensão dos conceitos e desafios da educação inclusiva.

Este artigo está estruturado da seguinte forma: na primeira seção, são apresentadas as bases legais da educação inclusiva, com destaque para as leis e diretrizes que fundamentam o ensino de alunos surdos no Brasil. Em seguida, discute-se a relação entre a BNCC e a educação inclusiva, evidenciando os desafios e avanços que essa política proporciona. Posteriormente, são abordadas práticas pedagógicas inclusivas no ensino de Física para surdos, com base em estudos que apontam estratégias eficazes para tornar o ensino mais acessível. Por fim, apresentam-se as considerações finais, que sintetizam os achados do estudo e reforçam a necessidade de políticas e práticas que garantam a inclusão efetiva dos alunos surdos no ensino de Física.

BASES LEGAIS DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA: DIREITOS DOS ALUNOS SURDOS

Ao longo da sua história, a Educação Brasileira passou por vários processos de transformação, sofreu muitas rupturas e alterações ocorrentes da necessidade e importância que ela recebia da sociedade brasileira. No âmbito educacional Brasil (2000) ressalta que o ensino médio foi o que mais cresceu a partir da década de 80. Essas mudanças ocorreram devido à criação de legislações que possibilitaram uma grande expansão das escolas públicas em número, mas, quanto à qualidade, não alcançaram os resultados esperados.

Atualmente, o ensino de Física, na etapa do Ensino Médio, busca ser mais interativo e contextualizado, utilizando tecnologias e abordagens práticas, a fim de garantir que cada aluno, independentemente de suas dificuldades, tenha a oportunidade de compreender conceitos fundamentais e se envolver de forma ativa nas aulas. Brasil (2000) afirma que é “um momento particular do desenvolvimento cognitivo dos jovens, o aprendizado de Física tem características específicas que podem favorecer uma construção rica, tanto no sentido prático quanto conceitual.”

No entanto, quando se trata da inclusão de alunos PCDs (Pessoas com Deficiência) no processo educacional, ainda há um grande desafio na garantia de atender as necessidades desses alunos. Tendo em vista que a escola é um espaço de inclusão, a educação inclusiva se apresenta como um princípio essencial para assegurar oportunidades de aprendizagem justa e acessível a todos os estudantes, independentemente de suas habilidades ou características pessoais, em razão disso que existem leis que garantem a obrigatoriedade de efetivar a política de inclusão como um direito público para que as pessoas com deficiência tenham a oportunidade de preparar-se para a vida em comunidade.

Na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, nº 9.394/1996), especialmente no Artigo 58, a educação especial é definida como um direito dos alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e altas habilidades ou superdotação, garantindo o acesso e a permanência, preferencialmente, na escola regular. A lei estabelece que é dever do Estado assegurar condições para a inclusão, promovendo a adaptação dos currículos e a formação de profissionais capacitados para atender as necessidades desses alunos. (BRASIL, 2023)

Outros documentos têm sido fundamentais para o avanço das diretrizes de inclusão educacional no Brasil, os quais estabelecem bases legais e políticas que reforçam o direito à educação de qualidade para todos, especialmente para pessoas com deficiência. Dentre esses documentos está a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (LBI) nº 13.146/15, que em seu artigo 28, inciso III institui ao poder público o de criar o projeto pedagógico que:

institucionalize o atendimento educacional especializado, assim como os demais serviços e adaptações razoáveis, para atender às características dos estudantes com deficiência e garantir o seu pleno acesso ao currículo em condições de igualdade, promovendo a conquista e o exercício de sua autonomia. (BRASIL, 2015)

O autor mencionado anteriormente define pessoa com deficiência (PCDs) “aquela que tem impedimento de longo prazo de natureza física, mental, intelectual ou sensorial, o qual, em interação com uma ou mais barreiras, pode obstruir sua participação plena e efetiva na sociedade em igualdade de condições com as demais pessoas.”

Levando em consideração as leis vigentes e a perspectiva de sua aplicação no âmbito educacional, o ensino torna-se desafiador, mas oportuno quando se discute sobre essa práxis na concepção do ensino inclusivo, na elaboração de práticas educacionais que integrem todos os alunos, respeitando e valorizando suas diferenças e limitações. Mantoan (2003) descreve a educação inclusiva como um processo que visa garantir o acesso, a participação e o aprendizado

de todos os alunos, sem discriminação ou exclusão, “implica uma mudança de perspectiva educacional, pois não atinge apenas alunos com deficiência e os que apresentam dificuldades de aprender, mas todos os demais, para que obtenham sucesso na corrente educativa geral.”

A autora supracitada destaca a importância de uma escola acolhedora, que promova o respeito à diversidade e crie condições para que cada aluno desenvolva seu potencial máximo. Defende a necessidade de adaptações curriculares, metodologias flexíveis e formação de professores capacitados para atender às necessidades individuais de cada aluno.

Partindo desse pressuposto, Santos e Paulino (2008) observam:

Igualdade, um dos fundamentos da Educação Inclusiva, não é, de forma alguma, tornar igual. Incluir não é nivelar nem uniformizar o discurso e a prática, mas exatamente o contrário: as diferenças, em vez de inibidas, são valorizadas. Portanto o “aluno-padrão” não existe: cada integrante deste cenário deve ser valorizado como é, todo o processo de ensino-aprendizagem deve levar em conta estas diferenças[...].

Neste cenário, o aluno surdo, como parte de uma minoria linguística e cultural, também requer um ambiente educacional que compreenda e valorize suas especificidades, especialmente no que tange à comunicação e à acessibilidade. Quadros & Karnopp (2004) ratificam que esta educação não se limita apenas à inserção física no ambiente escolar, mas abrange uma série de ações que devem ser implementadas para garantir que o estudante tenha condições de aprender de forma plena e participativa.

A fim de assegurar a inclusão desses alunos, foi promulgada em 24 de abril de 2002 a lei nº 10.436/02 que reconhece a Língua Brasileira de Sinais (Libras) como a língua de instrução e como meio de comunicação e expressão das pessoas surdas no Brasil. Ela estabelece a obrigatoriedade da inclusão de Libras como disciplina curricular nos cursos de formação de professores para o exercício do magistério, em níveis médio e superior, e nos cursos de Fonoaudiologia. Também determina que seja incluída como disciplina optativa nos demais cursos de educação superior e nos ensinos fundamental e médio. (Brasil, 2002)

A Lei supracitada é um passo importante para a inclusão social dos surdos no Brasil. Ao reconhecer a Libras como língua oficial, ela garante que os surdos tenham acesso à educação, à informação e aos serviços públicos em sua própria língua. Além disso, contribui para a valorização da cultura surda e para a luta contra o preconceito e a discriminação. É importante ressaltar que ela não é apenas um documento legal, mas sim um instrumento de luta e de transformação social.

Diante do exposto, fica evidente que o caminho para uma educação verdadeiramente inclusiva exige o comprometimento com a implementação

efetiva das legislações existentes e o constante aprimoramento das práticas pedagógicas. A valorização da diversidade, a acessibilidade curricular e a formação continuada de professores são pilares fundamentais para que o processo de ensino-aprendizagem atenda às necessidades de todos os alunos, especialmente daqueles pertencentes a grupos historicamente excluídos, como os surdos. Assim, ao considerar a inclusão como um direito e não apenas como uma adaptação, a escola assume o papel de transformar a educação em um instrumento de emancipação e cidadania, garantindo que cada indivíduo alcance seu pleno potencial.

EDUCAÇÃO INCLUSIVA E A BNCC

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) representa um marco regulatório na educação brasileira, consolidando um conjunto de diretrizes que orientam o que deve ser ensinado nas escolas de todo o país. Aprovada em 2017 para a Educação Infantil e o Ensino Fundamental, e em 2018 para o Ensino Médio, a BNCC tem como princípio central a promoção de uma educação equitativa, que reconheça a diversidade e assegure oportunidades de aprendizado para todos os estudantes.

No contexto da educação inclusiva, a BNCC reafirma o compromisso com o direito de aprendizagem de cada indivíduo, independentemente de suas condições físicas, sensoriais, intelectuais ou emocionais. Segundo o MEC (*apud* Mercado & Fumes, 2017) “a BNCC orienta que os sistemas de ensino devem assegurar [...] a organização e oferta de medidas de apoio específicas para a promoção das condições de acessibilidade [...] com vistas a atender à meta de inclusão plena”.

No Ensino Fundamental, por exemplo, a BNCC incentiva práticas pedagógicas que desenvolvam habilidades socioemocionais, o que é particularmente relevante para a inclusão. Tais práticas promovem empatia, respeito e cooperação, fortalecendo a convivência em um ambiente plural e acolhedor. Já no Ensino Médio, a flexibilização dos itinerários formativos permite que os estudantes escolham áreas de interesse, o que amplia as possibilidades de personalização do ensino para atender demandas específicas. No entanto, com relação a essas etapas do ensino, não há menção aos direitos dos estudantes com deficiência. (Mercado & Fumes, 2017))

Um dos aspectos mais significativos da BNCC para a educação inclusiva é o reconhecimento de que o currículo deve ser flexível e adaptável, permitindo que cada estudante, em suas especificidades, alcance o máximo de seu potencial. Para isso, a BNCC sugere que sejam utilizadas metodologias diversificadas, tecnologias assistivas e recursos pedagógicos que favoreçam a participação ativa

e significativa de alunos com deficiência ou outras necessidades educacionais específicas.

Sobre as versões da BNCC, no que diz respeito ao Atendimento Educacional Especializado (AEE), Mercado & Fumes (2017) destacam que:

Existe uma sutil diferença entre a primeira e a segunda versão da BNCC, ao destacar o AEE como o serviço que assegura um sistema educacional inclusivo em todos os níveis, etapas e modalidades. Na primeira versão, o conjunto de serviços destinados à garantia de acesso ao currículo aos estudantes com deficiências era composto pelo AEE, Profissional de Apoio, Tradutor/intérprete da Libras/Língua Portuguesa e Guia intérprete. Na segunda versão, este conjunto de serviços é suplantado para um único serviço, o AEE.

A transição entre a primeira e a segunda versão da BNCC traz uma análise crucial sobre o reconhecimento da diversidade de serviços essenciais para a inclusão escolar. Embora o AEE seja importante, ele não é suficiente para atender, sozinho, todas as necessidades dos estudantes, o que pode comprometer a garantia de um sistema educacional verdadeiramente inclusivo.

A BNCC não apenas orienta a construção de currículos que garantam o aprendizado de todos, mas também desafia as escolas a se tornarem espaços de inclusão, onde a diversidade seja vista como um valor e não como um obstáculo. Nesse sentido, sua implementação constitui uma oportunidade para transformar a realidade educacional brasileira, tornando-a mais justa e inclusiva.

PRÁTICAS INCLUSIVAS NO ENSINO DE FÍSICA PARA SURDOS

Para garantir a inclusão de alunos surdos, é essencial promover práticas pedagógicas bilíngues e interativas. A Libras desempenha um papel central, sendo considerada a primeira língua (L1) dos surdos, e o português a segunda língua (L2), na modalidade escrita. Esse reconhecimento é fundamental para que o processo de ensino-aprendizagem aconteça de forma significativa. As crianças surdas que têm a Libras como base desde a primeira infância desenvolvem a linguagem de forma mais completa e eficiente, facilitando sua compreensão dos conteúdos escolares. Essa aprendizagem é primordial para o desenvolvimento linguístico, cognitivo, psicológico e social.

Quadros e Karnopp (2004) declaram que “[...] o ensino de língua portuguesa, como segunda língua para surdos, baseia-se no fato de que esses são cidadãos brasileiros, têm o direito de utilizar e aprender esta língua oficial que é tão importante para o exercício de sua cidadania”. As práticas inclusivas no ensino de Física para surdos exigem uma abordagem pedagógica que valorize a diversidade linguística e cultural dos alunos surdos, considerando suas especificidades e garantindo a acessibilidade ao conteúdo. Nessa perspectiva,

Mantoan (2003) analisa que práticas inclusivas não se limitam a adaptações pontuais, mas requerem mudanças profundas na metodologia e nas concepções educacionais. No ensino de Física, isso significa desenvolver estratégias visuais, práticas e interativas que ajudem a superar barreiras linguísticas e conceituais.

Além disso, atividades práticas e ferramentas como simuladores, protótipos, gráficos dinâmicos e vídeos em Libras permitem que os conceitos abstratos sejam traduzidos em experiências concretas. O uso de aplicativos que permitam a análise visual de ondas sonoras e experimentos com protótipos que associem frequências a cores, favorecem o entendimento dos conceitos físicos. Essas práticas alinham-se à BNCC ao estimular competências como a resolução de problemas e o uso de ferramentas digitais, ao mesmo tempo em que respeitam a individualidade dos alunos.

De acordo com Santos e Paulino (2008), a inclusão envolve valorizar as diferenças e criar um ambiente de aprendizado colaborativo. No ensino de Física, isso pode ser feito ao incluir experimentos que permitam a participação ativa de todos os alunos, como medições de frequência sonora ou atividades que utilizem sensores táteis para a compreensão de ondas sonoras e vibrações. Ao adotar essas práticas pedagógicas interativas, os professores possibilitam a garantia do acesso ao conhecimento e desenvolvimento de suas habilidades e potencialidades.

DISCUSSÃO

A educação inclusiva não é apenas uma questão de inserção física no ambiente escolar, mas de criar condições para que todos os alunos aprendam de maneira plena e participativa. No caso dos alunos surdos, essa mediação é potencializada pelo reconhecimento da Libras como língua de instrução e pela adaptação dos currículos e metodologias para atender às suas especificidades. No contexto do ensino de Física, a inclusão exige criatividade e preparo por parte dos professores, que devem se valer de recursos tecnológicos e estratégias visuais para tornar os conceitos acessíveis e significativos.

Apesar dos avanços legais e das políticas públicas, a inclusão dos surdos no ambiente escolar ainda enfrenta diversos obstáculos. Dentre os principais desafios, destacam-se a falta de profissionais qualificados que reflète a carência de professores bilíngues e de intérpretes de Libras devidamente capacitados para atuar em ambientes educacionais inclusivos é um dos maiores entraves para o sucesso da educação de surdos.

Outro ponto crítico está relacionado à falta de materiais didáticos acessíveis. Muitos dos livros, vídeos e outros recursos pedagógicos não estão adaptados à realidade dos alunos surdos, o que compromete sua aprendizagem.

A falta de legendagem e de materiais em Libras nas plataformas digitais e impressas, por exemplo, ainda é uma realidade em grande parte das escolas.

Strobel (2008) menciona a necessidade de adaptação do material didático a fim de garantir a inclusão plena dos alunos surdos, afirmando que o uso de Libras e a tradução de conteúdos para uma forma acessível são essenciais para que esses estudantes possam acompanhar e aprender de maneira igualitária. O autor chama a atenção para o fato de que a maioria dos materiais educacionais ainda não está disponível em Libras, o que dificulta o acesso ao conhecimento e a participação dos alunos surdos.

A formação docente é outro desafio nesta análise, haja vista que é um dos pilares das práticas inclusivas. Kendrick & Cruz (2020) afirmam que

ao considerarmos a Libras como disciplina curricular e sua responsabilidade formativa, não podemos desconsiderar outras forças envolvidas, como as relações existentes no campo acadêmico, que também irão ser pontuais na sua constituição como disciplina, na sua contribuição formativa ao futuro docente e no seu espaço ocupado ou outorgado no currículo.

Os professores de Física precisam não apenas dominar os conteúdos da disciplina, mas também serem capacitados em Libras e em estratégias de ensino inclusivas, uma vez que, tradicionalmente, a formação docente se concentrou no ensino de alunos típicos, deixando uma lacuna significativa no que diz respeito às estratégias e ferramentas necessárias para garantir o sucesso dos alunos com deficiência. Programas de formação continuada que incentivem o aperfeiçoamento dos professores e a troca de experiências entre educadores que atuam no campo da educação de surdos são importantes para o avanço dessa área.

Em suma, a educação inclusiva para alunos surdos vai além da simples inserção física nas escolas, sendo um processo que exige adaptações curriculares, metodológicas e o uso de recursos específicos, para garantir a aprendizagem plena e participativa. O ensino de Física, em particular, demanda uma abordagem criativa e adaptada, onde professores, além de dominar os conteúdos da disciplina, devem ser capacitados em Libras e em práticas pedagógicas inclusivas. No entanto, apesar dos avanços legais e das políticas públicas, ainda persistem desafios significativos, como a escassez de materiais didáticos acessíveis e a falta de profissionais qualificados, incluindo intérpretes de Libras e professores bilíngues. A formação contínua dos educadores é essencial para superar essas barreiras, permitindo a criação de um ambiente educacional verdadeiramente inclusivo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inclusão educacional é um direito fundamental, assegurado por diversas legislações, mas que enfrenta desafios significativos em sua implementação. A superação dessas dificuldades passa por um processo de sensibilização, capacitação e adaptação do sistema educacional, garantindo que a língua de sinais e a cultura surda sejam respeitadas e que esses estudantes possam participar de forma plena no ambiente escolar. O ensino de Física, com seu potencial para integrar tecnologia, experimentação e interatividade, pode se tornar uma ferramenta poderosa para promover a inclusão, desde que essas barreiras sejam enfrentadas com criatividade e lucidez.

A educação inclusiva de alunos surdos não depende apenas de aspectos técnicos, mas também de um processo conscientização da comunidade escolar. É fundamental que professores, alunos e gestores compreendam as especificidades da surdez e valorizem a diversidade linguística. A criação de espaços de diálogo e formação continuada dentro das escolas pode promover uma cultura de respeito e inclusão.

Espera-se que as escolas sejam ambientes onde todos os estudantes, surdos ou ouvintes, aprendam juntos e se beneficiem da diversidade. A valorização da Libras como parte do currículo escolar e a promoção de atividades que incentivem a interação entre alunos surdos e ouvintes são caminhos para construir uma educação verdadeiramente inclusiva.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da educação, 2000.

_____. **Lei Nº. 10.436**, de 24 de abril de 2002. Dispõe sobre a Língua Brasileira de Sinais – LIBRAS e dá outras providências.

_____. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 - **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. 7ª edição. Brasília, DF: Senado Federal, 64 p, 2023. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/642419/LDB_7ed.pdf. Acesso em: 21/09/2024.

_____. Lei n. 13.146, de 6 de jul. de 2015. **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm> Acesso em: 30 de outubro de 2024.

KENDRICK, D., & CRUZ, G. de C. **Libras e Formação Docente: da Constatação à Superação de Hierarquias**. 2020. Revista Brasileira De Educação Especial. v. 26. nº 4. pg. 571–586. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbee/a/q4YtCpbt9bmYH6GdsbbpnHc/?format=pdf&lang=pt>>.

Acesso em: 10 de novembro de 2024.

MANTOAN, M. T. **Educação inclusiva: o que é, por quê e como fazer?**. São Paulo: Moderna, 2003.

MERCADO, E. L.O.; FUMES, N. L. F. **Base Nacional Comum Curricular e a Educação Especial no contexto da inclusão escolar**. 2017. Anais do GT6 - Educação, Inclusão, Gênero e Diversidade. Universidade Federal de Alagoas. Disponível em:<<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6840103/course/section/6338020/MERCADO%20e%20FUMES.pdf>>. Acesso em: 20 de novembro. 2024.

QUADROS, R. M.; KARNOPP, L. B. **Língua de sinais brasileira: estudos linguísticos**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

SANTOS, M. P. dos; PAULINO, M. M.. **Inclusão em educação: uma visão geral**. In: Santos, M. P. dos; PAULINO, M. M.. *Inclusão em Educação*. São Paulo: Cortez, 2008.

STROBEL, L. **Ensino de surdos: Desafios e perspectivas para a educação inclusiva**. Campinas: Editora Mercado de Letras, 2008.

ÍNDICE REMISSIVO

A

- Abordagem 7, 13, 15, 16, 17, 27, 28, 30, 32, 35, 41, 47, 51, 54, 59, 71, 72, 91, 97, 98, 99, 106, 108
- Acústica 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91
- Água 34, 36, 50, 53, 54, 63, 64, 65, 71
- Aluno 6, 8, 17, 19, 22, 23, 29, 35, 44, 48, 52, 53, 55, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 72, 73, 74, 75, 76, 85, 87, 88, 89, 91, 94, 99, 102, 104
- Alunos 5, 7, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 48, 49, 50, 54, 55, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 80, 84, 85, 86, 88, 89, 90, 91, 94, 95, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109
- Amazônia 1, 5, 6, 8, 50, 51, 55, 57, 58, 69, 81
- Amazônico 5, 8, 44, 45, 46, 50, 52, 53, 54, 55, 68, 70, 77, 81
- Aplicativos 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 75, 107
- Aprendizado 14, 15, 16, 21, 26, 27, 28, 29, 32, 34, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 49, 50, 58, 59, 60, 65, 68, 72, 85, 91, 95, 99, 100, 102, 103, 105, 106, 107
- Aprendizagem 5, 7, 8, 15, 17, 18, 20, 24, 27, 30, 32, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 48, 49, 54, 55, 58, 59, 63, 65, 66, 73, 74, 75, 85, 88, 91, 98, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108

B

- BNCC 45, 52, 58, 86, 87, 101, 102, 105, 106, 107

C

- Centrípeta 9, 11, 12, 14
- Ciência 7, 8, 9, 15, 16, 33, 41, 44, 47, 52, 53, 54, 58, 59, 63, 68, 96, 97, 98, 99
- Ciências 9, 32, 34, 37, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 62, 81, 83, 84, 85, 91, 93, 97, 98
- Científica 7, 8, 15, 40, 52, 53, 57, 59, 60, 62, 63, 65, 80, 91, 93, 94
- Científico 15, 40, 42, 44, 47, 49, 52, 72, 91, 94, 95, 97, 98, 99
- Conceitos 2, 7, 9, 12, 13, 14, 15, 17, 21, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 52, 54, 55, 56, 59, 60, 61, 62, 63, 66, 74, 85, 86, 88, 89, 91, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 102, 107
- Conhecimento 5, 6, 7, 8, 15, 30, 32, 36, 38, 39, 42, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 59, 60, 61, 66, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 83, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 101, 107, 108
- Conhecimentos 18, 33, 39, 41, 42, 44, 45, 47, 48, 49, 51, 52, 54, 55, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 74, 75, 86, 87, 88, 89
- Conservação 17, 18, 19, 30, 35, 36, 80, 87
- Corpos 9, 11, 13, 14, 17, 18, 19, 30, 84
- Cultura 45, 48, 50, 51, 53, 57, 78, 80, 104, 109
- Cultural 44, 47, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 59, 60, 69, 82, 101, 104, 106
- Curralinho 68, 69, 70, 71, 77, 78

D

Dispositivos 11, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 25

Diversidade 28, 50, 51, 54, 55, 69, 86, 101, 102, 104, 105, 106, 109

Docente 8, 25, 49, 86, 88, 90, 91, 97, 101, 108

E

Educação 5, 6, 7, 8, 26, 27, 31, 35, 41, 43, 46, 48, 50, 55, 57, 85, 87, 93, 94, 95, 96, 97, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110

Educacionais 6, 18, 20, 21, 24, 26, 28, 55, 86, 96, 101, 102, 103, 106, 107, 108

Energia 7, 17, 18, 19, 30, 33, 35, 36, 52, 61, 63, 87

Ensino 5, 6, 7, 8, 9, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 24, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 66, 71, 72, 73, 74, 75, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 91, 93, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109

Epistemologia 9, 13, 15, 49, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

Epistemológica 9, 13, 14, 15, 70, 83, 96, 98, 99, 100

Escolas 30, 32, 33, 34, 37, 39, 40, 41, 42, 47, 55, 58, 102, 105, 106, 108, 109

Estudantes 6, 7, 8, 14, 15, 17, 24, 29, 30, 32, 34, 35, 37, 44, 52, 55, 58, 61, 65, 68, 72, 73, 75, 77, 84, 86, 87, 93, 95, 98, 99, 102, 103, 105, 106, 108, 109

Etnofísica 5, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 54, 55, 56, 57

Experimento 59, 61, 62, 63, 65, 74, 90, 95

Experimentos 42, 60, 61, 66, 75, 86, 89, 90, 91, 94, 107

F

Fenômenos 7, 11, 13, 15, 16, 17, 30, 33, 34, 36, 38, 39, 44, 47, 49, 52, 60, 63, 65, 83, 84, 87, 95, 97, 98, 99

Física 5, 6, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 30, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 84, 85, 86, 88, 91, 94, 95, 96, 97, 99, 100, 103, 104, 107, 108

Físico 9, 11, 50, 52, 54, 65, 73, 75, 83, 96, 99

Floresta 47, 51, 68, 69, 70, 71, 75, 76, 80, 81

Florestas 56, 69, 70, 71, 76, 81

Formação 5, 7, 8, 30, 33, 35, 42, 43, 44, 50, 52, 55, 72, 80, 82, 87, 91, 95, 97, 101, 102, 103, 104, 105, 108, 109

H

Habilidades 7, 15, 35, 37, 38, 40, 42, 55, 59, 72, 75, 83, 86, 103, 105, 107

Hidroponia 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 41, 42, 43

Hipóteses 42, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 72, 86

Hortas 32, 33, 37, 38, 39, 40, 41, 42

I

Inclusão 24, 84, 97, 98, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110

Inclusiva 5, 55, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110

Interação 15, 20, 30, 38, 39, 40, 41, 48, 61, 62, 73, 74, 89, 103, 109

Investigação 6, 8, 45, 48, 49, 50, 55, 56, 58, 59, 60, 63, 65, 66, 67, 71, 72, 75, 81, 83, 84, 85, 86, 87, 91, 93, 99

L

Libras 101, 104, 106, 107, 108, 109

Língua 101, 104, 106, 107, 109

Linguagem 59, 61, 62, 63, 65, 74, 80, 84, 91, 106

M

Marajó 68, 69, 70, 78, 81

Mecânica 10, 12, 94, 95, 96, 97, 100

Metodologia 9, 16, 18, 32, 33, 35, 38, 39, 40, 41, 42, 45, 59, 88, 89, 96, 102, 107

Metodologias 6, 8, 32, 35, 38, 40, 41, 42, 55, 58, 95, 98, 101, 104, 105, 107

Música 82, 84, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93

N

Newton 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16

P

Pedagógica 18, 30, 32, 35, 46, 56, 57, 84, 87, 88, 94, 95, 99, 106

Plantas 34, 36, 39, 40, 41, 48

Práticas 6, 8, 9, 15, 19, 25, 30, 33, 35, 39, 40, 41, 42, 47, 48, 52, 54, 67, 68, 70, 75, 81, 98, 101, 102, 103, 105, 106, 107, 108

Professor 24, 25, 39, 44, 55, 59, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 71, 73, 74, 75, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 93

Professores 8, 18, 24, 25, 31, 55, 58, 68, 72, 94, 97, 99, 100, 102, 104, 105, 107, 108, 109

Q

Quântica 94, 95, 96, 97, 99, 100

R

Ribeirinhos 51, 68, 69, 70, 80, 81

S

Saberes 6, 43, 44, 47, 48, 49, 51, 69, 86, 88

Sociedade 5, 7, 8, 42, 50, 58, 60, 87, 98, 101, 102, 103

Sons 68, 70, 71, 75, 76, 77, 80, 81, 84, 86, 88

Surdos 77, 101, 102, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110

T

Tecnologia 7, 17, 22, 23, 24, 25, 33, 80, 87, 95, 109

Tecnologias 7, 11, 20, 21, 25, 26, 27, 28, 30, 34, 36, 87, 102, 105

Teoria 11, 14, 32, 33, 34, 37, 38, 41, 42, 47, 49, 59, 74, 82, 83, 84, 85, 86, 88, 89, 90, 94, 96, 99

Termodinâmica 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 56, 57

Termologia 44, 51, 52, 53, 54

V

Velocidade 10, 11, 12, 13, 14, 30, 86, 88

Vida 34, 44, 60, 62, 68, 69, 70, 72, 81, 82, 85, 86, 87, 91, 103

