

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP

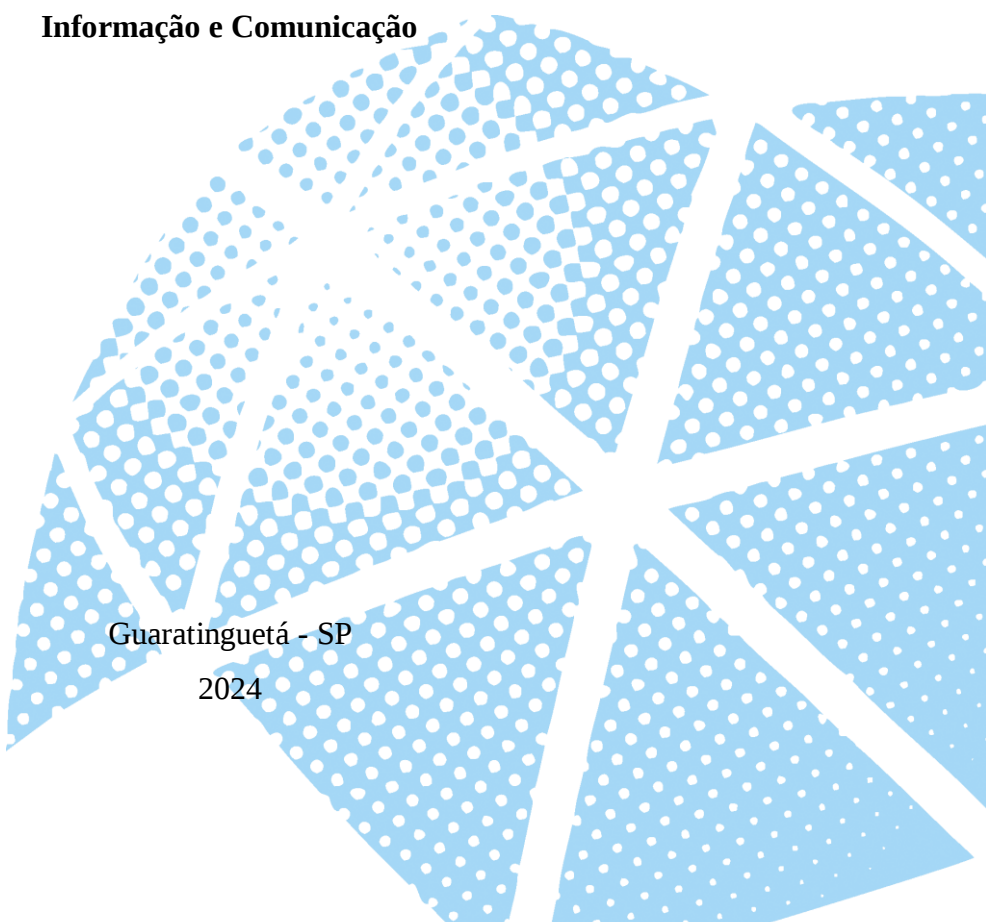
Júlio de Mesquita Filho – Campus Guaratinguetá

LUIZ HENRIQUE TADEU FERREIRA

**Uma proposta para o ensino de Física a partir do uso das Tecnologias Digitais de
Informação e Comunicação**

Guaratinguetá - SP

2024



LUIZ HENRIQUE TADEU FERREIRA

**Uma proposta para o Ensino de Física a partir do uso das Tecnologias Digitais de
Informação e Comunicação**

Trabalho de Graduação apresentado ao
Conselho de Curso de Graduação em Física da
Faculdade de Engenharia do Campus de
Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista,
como parte dos requisitos para obtenção do
diploma de Graduação em Física.

Orientador (a): Prof. Dr. Marco Aurelio
Alvarenga Monteiro

Guaratinguetá – SP

2024

F383p	Ferreira, Luiz Henrique Tadeu Uma proposta para o ensino de física a partir do uso das tecnologias digitais de informação e comunicação / Luiz Henrique Tadeu Ferreira - Guaratinguetá, 2024. 71 f : il. Bibliografia: f. 65-67 Trabalho de Graduação em Física – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá, 2024. Orientador: Prof. Dr. Marco A. Alvarenga Monteiro 1. Ciência - Estudo e ensino. 2. Tecnologia educacional. 3. Inovações educacionais. I. Título. CDU 37
-------	--

LUIZ HENRIQUE TADEU FERREIRA

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
“GRADUADO EM LICENCIATURA EM FÍSICA”

APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM NOME DO CURSO

 Documento assinado digitalmente
MARCO AURELIO ALVARENGA MONTEIRO
Data: 18/01/2024 16:47:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marco Aurelio Alvarenga Monteiro
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:

 Documento assinado digitalmente
MARCO AURELIO ALVARENGA MONTEIRO
Data: 18/01/2024 16:44:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marco Aurelio Alvarenga Monteiro
Orientador/UNESP-FEG

Prof. Dr. Lucas Bizarria Freitas

 Documento assinado digitalmente
LUCAS BIZARRIA FREITAS
Data: 18/01/2024 16:36:49-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr.^a Idmaura Calderaro Martins Galvão

 Documento assinado digitalmente
IDMAURA CALDERARO MARTINS GALVAO
Data: 18/01/2024 19:13:40-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Janeiro de 2024

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho de conclusão de curso a todas as pessoas que, de maneira singular, contribuíram de forma imprescindível para minha jornada acadêmica. Primeiramente, expresso minha gratidão aos meus pais e à minha irmã, pilares inabaláveis que me proporcionaram apoio emocional, psicológico e financeiro ao longo desta trajetória desafiadora.

Um agradecimento especial estende-se à prima de meu pai, cujo acolhimento generoso durante os primeiros meses na faculdade foi crucial. Mesmo sem me conhecer previamente, ela me abrigou e esteve ao meu lado, oferecendo suporte e fazendo tudo ao seu alcance para que eu me adaptasse à nova fase da vida acadêmica.

Não posso deixar de reconhecer a importância da UNESP e dos programas sociais e de permanência estudantil que viabilizaram minha formação em Física. Sem esse suporte essencial, esta conquista não seria possível.

Aos meus companheiros de quarto, que compartilharam comigo momentos significativos durante os anos de graduação, agradeço a contribuição única que cada um trouxe para o meu desenvolvimento pessoal e acadêmico.

Por fim, expresso profundo agradecimento ao meu orientador, professor, e agora amigo, o Dr. Marco Aurélio Alvarenga Monteiro. Sua orientação dedicada, conhecimento profundo e amizade foram fundamentais para a realização deste trabalho. Sem sua orientação constante, este projeto não teria atingido seu potencial máximo.

A todos que, de alguma forma, fizeram parte desta jornada, expresso minha sincera gratidão. Este trabalho é o resultado de esforços coletivos e do apoio valioso que recebi ao longo do caminho.

“Educar verdadeiramente não é ensinar fatos novos ou enumerar fórmulas prontas, mas sim preparar a mente para pensar.” Albert Einstein.

RESUMO

Visando contribuir com a melhoria do Ensino de Ciências este trabalho trata do desenvolvimento uma ferramenta educacional que foi desenvolvida em um grupo de pesquisa, intitulada de ComplexMidia, utilizando Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC). Essa mídia inovadora visa suprir a falta de recursos didáticos em 6 escolas, oferecendo suporte ao Ensino de Ciências de maneira contextualizada e problematizada, alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU. O estudo aplicou a Complexmidia em escolas públicas, focando no conceito de energia e sua relação com questões sociais e sustentabilidade. Entrevistas realizadas com os professores revelaram percepções sobre a ferramenta e seu papel no ensino de Física. A análise dos resultados foi feita por meio da Análise de Conteúdo segundo Bardin (2011). Os resultados apontam que o uso da ComplexMidia se destaca em alguns pontos positivos, como a relevância, facilidade de uso, abordagem interdisciplinar, contextualização e problematização, além do aumento do engajamento dos alunos. Entretanto, também foram identificadas áreas de melhorias, como design mais atrativo, orientações mais detalhadas, execução offline, flexibilidade e direcionamentos mais claros. Diante do exposto, as entrevistas com professores se mostraram valiosas à medida que forneceram insights sobre a aplicação prática da ComplexMidia, enriquecendo a compreensão de seu impacto na educação. As declarações ressaltam o potencial do recurso em se alinhar à abordagem Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM), crucial na atual revolução tecnológica (Albuquerque, Marinho, Nery, 2021). Essa ferramenta representa um avanço nas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs), fundamentais nas escolas brasileiras (Cardoso e Araújo, 2021). A ComplexMidia emerge como uma iniciativa promissora, cujo aprimoramento, orientado pelas sugestões dos professores, visa uma implementação mais eficaz e alinhada às demandas reais da educação.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; TDIC; Ensino de Energia;

ABSTRACT

In an effort to contribute to the improvement of science education, this study addresses the development of an educational tool named ComplexMidia, utilizing Digital Information and Communication Technologies (DICT). This innovative media aims to address the lack of didactic resources in schools by providing support for science education in a contextualized and problem-based manner, aligned with the United Nations' Sustainable Development Goals (SDGs). The study implemented ComplexMidia in public schools, focusing on the concept of energy and its relationship with social and sustainability issues. Interviews conducted with teachers revealed perceptions about the tool and its role in education. The results were analyzed through Content Analysis according to Bardin (2011). The findings indicate that the use of ComplexMidia stands out in several positive aspects, such as relevance, ease of use, interdisciplinary approach, contextualization, and problematization, along with an increase in student engagement. However, areas for improvement were also identified, including a more attractive design, detailed guidelines, offline execution, flexibility, and clearer directions. In light of the above, the interviews with teachers proved valuable as they provided crucial insights into the practical application of ComplexMidia, enriching the understanding of its impact on education. The statements underscore the potential of the tool to align with the Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics (STEAM) approach, crucial in the current technological revolution (Albuquerque, Marinho, Nery, 2021). This tool represents an advancement in Digital Information and Communication Technologies (DICTs), which are fundamental in Brazilian schools (Cardoso and Araújo, 2021). ComplexMidia emerges as a promising initiative, whose enhancement, guided by teachers' suggestions, aims for a more effective implementation aligned with the real demands of education.

Keywords: Science teaching; TDIC; Energy Teaching;

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Recursos tecnológicos disponíveis nas escolas de ensino fundamental	24
Figura 2 - A ComplexMídia	37
Figura 3 - A Turma do Conhecimento	39
Figura 4 - Ziggy: O Enigma Alienígena no Gramado	39
Figura 5 - Ziggy e as Crianças: Em Busca de Respostas com Marie Galileu	40
Figura 6 - Experimentos – Transformação de Energia	43
Figura 7 - Experimento Bobina de Tesla	44
Figura 8 - Motor Elétrico	45
Figura 9 - Experimento Desafiando a Gravidade	46
Figura 10 - Manivela Geradora de Energia	47
Figura 11 - O pêndulo de Newton	49

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	A INFLUÊNCIA DA GLOBALIZAÇÃO NA FORMAÇÃO CIENTÍFICA E O PAPEL TRANSFORMADOR DA EDUCAÇÃO	14
2.1	IMPORTÂNCIA DA FORMAÇÃO CIENTÍFICA NA ERA GLOBALIZADA	14
2.2	HABILIDADES ALÉM DO TRADICIONAL: O ESTUDANTE DO SÉCULO XXI	16
2.3	DESAFIOS NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA: OBSTÁCULOS A SEREM SUPERADOS	18
2.4	O IMPRESCINDÍVEL PAPEL DA INSTRUMENTALIZAÇÃO ESCOLAR E DOCENTE NA FORMAÇÃO CIENTÍFICA	20
3	RECURSOS A SEREM IMPLEMENTADOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS	22
3.1	A EXPERIMENTAÇÃO	22
3.2	O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO – TDIC	24
3.3	EXPLORAÇÃO DA RELAÇÃO CIÊNCIA/TECNOLOGIA/SOCIEDADE	27
3.4	O USO DAS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS	29
3.5	A ROBÓTICA EDUCACIONAL E O ENSINO MAKER E STEAM	31
4	A PESQUISA	36
4.1	O QUE É UMA COMPLEXMIDIA E COMO ELE FOI CONCEBIDO	36
4.2	COMO FOI PRODUZIDA A COMPLEXMIDIA DE ENERGIA	38
4.2.1	Contextualização e Problemática	38
4.2.2	Experimentos	43
4.2.2.1	Bobina de Tesla:	44
4.2.2.2	Motor Elétrico	45
4.2.2.3	Conversão de Energia Potencial Gravitacional em energia Cinética	46
4.2.2.4	Funcionamento de um Gerador: Manivela Geradora de Energia	47
4.2.2.5	O Pêndulo de Newton	48
4.2.3	Simulações	50
4.2.4	Livro Digital	51

4.2.5	Projetos de robótica.....	52
4.3	METODOLOGIA DE COLETA DE DADOS.....	52
4.4	ENTREVISTAS POR GRUPO FOCAL	54
4.5	METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS	56
	RESULTADOS.....	58
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	644
	REFERÊNCIAS	677
	APÊNDICE A - ENTREVISTA.....	70

1 INTRODUÇÃO

Minhas experiências com o ensino se iniciam em uma pequena cidade do interior do estado de São Paulo, com menos de 5 mil habitantes. Naquela época, nossa escola pública enfrentava um desafio monumental: a carência crônica de professores. A cidade simplesmente não possuía profissionais formados e capacitados em todas as áreas e disciplinas necessárias para o Ensino Médio. Isso nos deixava dependentes de professores de cidades vizinhas, mas muitos deles relutavam em viajar longas distâncias todos os dias para lecionar. Como resultado, nossa escola se viu obrigada a recorrer a uma solução precária: que foi colocar professores não graduados e sem formação adequada para ensinar conteúdos de disciplinas nas quais não havia professores formados e nas quais os docentes designados para ministrá-las não possuíam nem o conhecimento necessário para tal, muito menos a habilidade necessária para assumir tal disciplina.

O resultado disso era um ensino deploravelmente precário, em que, na maioria das vezes, as aulas não passavam de atividades para preencher o tempo necessário, a fim de cumprir a carga horária mínima estipulada pela Secretaria de Educação do Estado. Muitos colegas e eu nos encontrávamos na sala de aula, olhando filmes aleatórios que não tinham nenhuma correlação com o currículo escolar de São Paulo ou com a disciplina em questão. Isso não apenas despertava meu desinteresse, mas também desmotivava uma boa parte da classe, enquanto a outra parte não via problemas e achava que estava no lucro, pois era muito mais divertido assistir a filmes de ação e filmes de super-heróis do que assistir uma aula propriamente dita. Desta forma, muitas disciplinas essenciais, como Filosofia, Sociologia, Literatura, Matemática, Português, Química, Física, Inglês e Educação Artística, tiveram seus conteúdos totalmente precarizados e sucateados, uma vez que não possuíamos professores formados nessas áreas lecionando tais disciplinas, o que ano após ano se tornava uma bola de neve cada vez maior, uma vez que os alunos iam sendo aprovados para as séries seguintes sem o conhecimento necessário para tal.

Diante desse cenário e de tamanha precariedade no ensino, dificilmente teríamos uma chance concreta de concorrer e disputar uma vaga no Ensino Superior por meio dos exames vestibulares.

Assim, a maioria dos meus colegas ingressou, após o Ensino Médio, em alguma universidade privada de alguma cidade vizinha, que possuía um vestibular pró-forma, ou seja,

praticamente todos aqueles que o prestassem aqueles vestibulares seriam aprovados, pois não existia grande concorrência.

No meu caso, por vir de uma família humilde e carente, economicamente falando, eu não possuía recursos financeiros suficientes para seguir a mesma trajetória e pagar uma universidade privada, sendo assim minha única alternativa de acesso ao ensino superior seria ingressar em uma universidade pública.

E foi assim que meu sonho de cursar uma universidade pública nasceu e, também, que minha determinação entrou em cena. Com os livros que o governo do Estado de São Paulo disponibilizou, comecei a estudar por conta própria, aproveitando ao máximo os recursos limitados que tinha em mãos. Tentei prestar alguns vestibulares, entretanto, não obtive sucesso.

Contudo, isso não me abalou e não desisti do meu sonho. Continuei estudando e consegui participar de um programa de bolsas num cursinho pré-vestibular de uma cidade vizinha.

Esta oportunidade me apresentou a alguns dos melhores professores que já encontrei. Eles tinham uma abordagem de ensino completamente diferente daquela que eu havia experimentado no Ensino Médio. A maneira como apresentavam o conteúdo me estimulava ao aprendizado, cativando-me profundamente.

Foi durante esse período que minha paixão pela Física despertou e aprendi o verdadeiro significado de estudar com disciplina e foco.

Aprendi que a aula dada era uma oportunidade para aprender e que organizar meus estudos e dedicar-me a diferentes tópicos era essencial para alcançar meus objetivos. Essa fase representou uma revolução em minha vida e devo a ela a realização do meu sonho de ingressar na universidade pública, após ser aprovado no vestibular da UNESP, onde iniciei minha jornada no curso de Licenciatura em Física.

Ao pensar revisitar essa época em minha memória, reflito sobre a importância do estímulo aos cursos de licenciatura e à formação de professores, bem como a importância de ter um profissional verdadeiramente especializado e com domínio sobre o tema a ser ensinado. Isto, para mim, tornou-se o principal e mais importante ponto a ser aqui destacado para a formação de um professor. Entretanto, outros recursos se mostraram importantes, como, por exemplo, a prática experimental em laboratórios didáticos de Ensino de Física e de química. Afinal, podem dar ao ensino uma característica muito mais atrativa e cativante, uma

vez que as aulas tradicionais, com caráter meramente expositivo, tendem a ser desinteressantes à maioria da classe.

Lembro-me da primeira aula experimental que tive na faculdade. Como eu nunca havia tido a oportunidade de participar de aulas práticas, vivenciar minha primeira experiência no ambiente universitário foi verdadeiramente espetacular e altamente estimulante. Isso se deu especialmente porque muitos dos conceitos e tópicos que eu havia estudado anteriormente eram apenas abstrações teóricas ou exemplos imaginários.

No entanto, a partir de então, com as atividades realizadas, os conceitos, princípio e leis se tornaram palpáveis e concretos. Essa mudança foi fundamental para o meu desenvolvimento acadêmico, pois não apenas me proporcionou a capacidade de refletir, mas também a compreensão da transição dos conceitos idealizados para situações reais. Isso envolveu uma apreensão mais precisa dos erros durante medições e experimentos, bem como a importância de adotar uma abordagem experimental que minimizasse tais erros. Além disso, aprendi a lidar com esses desafios experimentais e a calcular valores médios que se aproximassem o máximo possível do verdadeiro valor teórico.

Contudo, entendi que quanto mais me envolvia com aquelas atividades teóricas e experimentais, mais eu me distanciava da realidade social na qual estamos todos mergulhados. Perguntas começaram a surgir, como onde, como e a serviço de quem estes conceitos e ideias se aplicam no dia a dia da sociedade. Como se poderia alterar a realidade difícil e sofrida de grande parte da população brasileira com aqueles conceitos e ideias?

Esses questionamentos foram ficando cada vez mais intensos à medida que disciplinas como Didática, Filosofia da Educação, Prática de Ensino, Tecnologias de Informação e aplicadas ao Ensino de Física passaram a ser ministradas.

Nesse sentido, entendi que não basta que eu, como professor de Física, ensine conceitos científicos para os meus alunos. É importante que o meu ensino possa contribuir para a mudança na vida deles no sentido individual e coletivo, em termos de melhoria do país enquanto uma nação mais próspera e justa.

É nesse contexto que nasceu esse trabalho de conclusão de curso: como eu poderia pensar em uma proposta de ensino que realmente fosse significativa para alunos do Ensino Médio? Considerando as dificuldades das escolas em ter estrutura para práticas de laboratório, como incluir propostas experimentais em sala de aula? E como fazer com que essas atividades experimentais não se limitassem apenas à compreensão de conceitos científicos, mas

contribuíssem para um aprofundamento da consciência dos alunos, em termos do impacto que esse tipo de conhecimento poderia ter na vida em sociedade?

Para buscar responder essas perguntas, me envolvi nas atividades do grupo de pesquisa da Faculdade, liderado pelo professor Marco Aurélio Alvarenga Monteiro, que tratava de desenvolver uma proposta de ensino de Física a partir do uso de recursos baseados nas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação aplicadas ao ensino.

Desse modo, busquei, sob a orientação do professor, desenvolver uma ferramenta para o ensino de Energia utilizando um conceito desenvolvido por esse grupo, que é o de CompexMidia.

Essa ferramenta, a ComplexMidia, apresenta a ideia inovadora de ser uma mídia educacional que contém outras mídias, oferecendo suporte e orientação tanto para professores quanto para alunos nas aulas que envolvem conceitos de Física. Essa mídia busca preencher a lacuna dos recursos físicos ausentes na maioria das escolas brasileiras, constituindo-se uma plataforma virtual rica em conteúdo interativo e prático, oferecendo ao professor e aos alunos diferentes recursos que propiciam ensino multi-metodológico, que visa atender alunos com diferentes perfis de aprendizagem.

A mídia concebida nessa pesquisa visa abranger uma ampla gama de atividades adaptadas para a realidade digital. Desde a construção virtual de objetos até a programação de simulações científicas, os alunos terão a oportunidade de explorar conceitos científicos e tecnológicos de forma concreta e envolvente. Sua estruturação obedeceu à ideia de propiciar um estudo de conceitos científicos contextualizados e problematizados, atendendo à perspectiva dos ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis – apresentados pela ONU em 2015 para que os países atingissem em 2030 (Brasil, 2016).

Como destaca Brasil (2016), os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são um conjunto de 17 objetivos globais (mundial) estabelecidos pela Assembleia Geral das Nações Unidas em 2015. Com eles, busca-se promover o desenvolvimento sustentável, ou seja, um desenvolvimento que atenda às necessidades das gerações atuais em todo mundo, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades.

Os ODS abrangem uma ampla gama de temas, incluindo a erradicação da pobreza, a fome zero, a saúde e o bem-estar, a educação de qualidade, a igualdade de gênero, a água potável e o saneamento, a energia limpa e acessível, o trabalho decente e o crescimento econômico, a indústria, a inovação e a infraestrutura, a redução das desigualdades, as cidades e as comunidades sustentáveis, a produção e o consumo sustentáveis, os ecossistemas

terrestres, os oceanos, os mares e os recursos marinhos, a ação contra a mudança climática, a paz, a justiça e as instituições eficazes, e parcerias globais (Brasil, 2016).

Resolvermos considerar as ODS em nosso projeto na construção da ComplexMidia por entender que sua abordagem é uma oportunidade viável para o ensino de conceitos científicos que esteja contextualizado e problematizado nas questões urgentes que afligem o nosso mundo, mais especificamente o nosso país. Nesse sentido, julgamos que um ensino que considere esses problemas reais e não artificiais, com os que existem na maioria dos livros didáticos, pode contribuir com a formação de cidadãos conscientes e comprometidos com o desenvolvimento sustentável não apenas do país, mas do mundo.

Além de considerar as ODS, o recurso multimídia desenvolvido nesse trabalho buscou envolver as diferentes demandas do Ensino de Ciências em geral e de Física, mais especificamente, apresentados nas pesquisas recentes da área de Ensino de Ciências.

Depois da ferramenta desenvolvida, buscamos aplicá-la em condição real de sala de aula, em seis escolas públicas do quinto ano do Ensino Fundamental envolvendo o conceito de energia e sua relação com problemas sociais e de sustentabilidade.

Após a aplicação da atividade com a presença dos respectivos professores, entrevistamos esses docentes visando compreender suas compreensões acerca da ferramenta utilizada.

A análise das entrevistas foi feita a partir da perspectiva da Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2011).

Com vistas a apresentar os resultados, bem como as conclusões dessa pesquisa, esse trabalho de conclusão de curso está assim estruturado:

O capítulo 1 trata do Ensino de Ciências no Brasil na era da globalização da economia e da sociedade do conhecimento.

No capítulo 2, apresentamos como as pesquisas em Ensino de Ciências têm abordado as demandas relativas à formação cidadã necessárias aos tempos atuais.

No capítulo 3, detalhamos a pesquisa realizada, evidenciando o modo como os dados foram coletados e analisados.

No capítulo 4, os resultados da pesquisa são mostrados e analisados segundo os referenciais teóricos adotados e, por fim, no capítulo 5, apresentamos nossas considerações finais.

2 A INFLUÊNCIA DA GLOBALIZAÇÃO NA FORMAÇÃO CIENTÍFICA E O PAPEL TRANSFORMADOR DA EDUCAÇÃO

Com o avanço crescente da globalização e a constante evolução dos meios de produção, a competitividade industrial tornou-se uma presença cada vez mais marcante em nosso cenário atual (Gobbo, 2022).

Nesse contexto, destaca-se a importância do Ensino de Ciências como um elemento crucial para a formação dos indivíduos em nossa sociedade contemporânea. A relevância do Ensino de Ciências vai muito além de uma mera transmissão de conhecimento acadêmico; trata-se de uma ferramenta fundamental nos dias de hoje para que os nossos alunos compreendam as complexidades e demandas tecnológicas do mercado que os cerca (Monteiro, 2017).

2.1 IMPORTÂNCIA DA FORMAÇÃO CIENTÍFICA NA ERA GLOBALIZADA

A globalização expandiu a competição em uma escala global, tornando necessário que os sistemas de educação formem indivíduos capazes de competir em uma economia cada vez mais internacionalizada, em que as habilidades e conhecimentos são comparados em escala global. Além disso, o progresso científico e tecnológico, que está ocorrendo em um ritmo vertiginoso, tem produzido aceleradas mudanças sociais e econômicas, exigindo que os sistemas educacionais se adaptem para preparar os alunos não apenas com conhecimentos, mas também com habilidades transferíveis, como pensamento crítico, resolução de problemas e comunicação eficaz (Gobbo, 2022).

Mediante esse cenário, o Ensino de Ciências desempenha o papel de preparar o aluno a uma sociedade que não só é moderna, mas também é profundamente influenciada pela rápida evolução tecnológica e pelas exigências do mercado de trabalho, o qual se torna cada vez mais competitivo e desafiador a cada dia que passa. Deste modo, o aluno que não acompanha essas transformações e não se adapta às demandas tecnológicas encontra-se em desvantagem, tornando-se, conseqüentemente, menos preparado para enfrentar as complexidades do mercado de trabalho contemporâneo (Santiago, Antunes e Akkari, 2020).

Assim, a partir dessas considerações, não é difícil concluir que a necessidade de formar profissionais qualificados e atualizados é vital, uma vez que o mercado não dispõe de

vagas e oportunidades para todos. A concorrência por posições é intensa, e as poucas vagas disponíveis acabam sendo destinadas aos profissionais mais capacitados e preparados. Portanto, o Ensino de Ciências não é apenas uma etapa do processo educacional, mas sim um pilar essencial na construção de uma base sólida para o sucesso profissional e pessoal dos indivíduos.

Nesse contexto altamente competitivo, a educação científica torna-se um elemento diferenciador. Ela não deve apenas fornecer conhecimento teórico, mas também capacitar os alunos com habilidades práticas e teóricas que os permitem ter uma compreensão mais profunda das tecnologias e inovações que moldam nossa sociedade.

Além disso, é fundamental compreender que a lacuna no preparo científico dos indivíduos não afeta apenas o âmbito pessoal, mas também reverbera diretamente na força de trabalho e na competitividade das indústrias locais. Nas sociedades contemporâneas, em que a inovação é um fator determinante para o sucesso econômico, a falta de profissionais qualificados em ciências pode resultar em deficiências significativas na capacidade produtiva das empresas.

A globalização trouxe consigo uma interconexão sem precedentes entre os mercados, intensificando a competição entre as indústrias a nível mundial. Países que investem de maneira robusta na formação científica de seus cidadãos têm uma vantagem competitiva substancial. A inovação, impulsionada pelo conhecimento científico, tornou-se um diferencial crítico na conquista de mercados e na sustentabilidade das empresas que querem sair à frente de suas demais concorrentes (Gobbo, 2022).

A falta de profissionais capacitados no nível do atual desenvolvimento científico e tecnológico não apenas limita a capacidade das empresas de adotarem e adaptarem-se às últimas tecnologias, mas também compromete a eficiência dos processos produtivos. As indústrias que não conseguem incorporar avanços científicos e tecnológicos ficam em desvantagem, perdendo terreno para concorrentes mais inovadores e adaptáveis (Monteiro, 2017; Nunes e Galieta, 2020).

Nesse contexto, torna-se claro que a abordagem do Ensino de Ciências nas escolas precisa ser revista e aprimorada. Não se trata apenas de preparar os estudantes para o mercado de trabalho, mas de garantir que a sociedade tenha indivíduos que estejam capacitados a contribuir de forma ativa em direção à inovação e ao progresso. Ou seja, o Ensino de Ciências para preparar o cidadão do futuro deve, portanto, ser dinâmico e focado não apenas

na transmissão de conhecimentos teóricos, mas também no desenvolvimento de habilidades práticas e na promoção de uma mentalidade inovadora (Nicola e Paniz, 2017).

Então, diante da realidade atual do mundo globalizado em que vivemos, podemos concluir que a formação científica é essencial para o sucesso individual do estudante como coletivo, considerando-o um cidadão que precisa contribuir com a sociedade da qual faz parte, mas para isso precisa entender a sociedade em que vive totalmente parametrizada pela Ciência e pela Tecnologia. Os indivíduos com ampla formação científica serão mais capazes de compreender o mundo ao seu redor e de tomar decisões informadas, contribuindo para o desenvolvimento sustentável da sociedade, porque as bases de nossa sociedade atual estão calcadas no desenvolvimento científico e tecnológico.

Contudo, como deve ser essa educação científica? O que devem saber os cidadãos atuais para viverem e atuarem de forma consciente e crítica nessa sociedade?

2.2 HABILIDADES ALÉM DO TRADICIONAL: O ESTUDANTE DO SÉCULO XXI

Mediante este cenário, complexo e desafiador, que por sua vez caracteriza a nossa sociedade contemporânea, delineiam-se as nuances de uma realidade que exige análise minuciosa e uma compreensão profunda, uma vez que nos exige uma necessidade de um novo tipo de aluno: ativo, preparado e capacitado. Essa demanda torna-se cada vez mais urgente e se revela mais evidente do que nunca diante dos inúmeros dilemas que permeiam os ambientes sociais, econômicos e tecnológicos. Não é suficiente que o estudante compreenda passivamente os problemas, desafios e obstáculos que se apresentam a ele; é fundamental que ele ultrapasse essas barreiras (Santiago, Antunes e Akkari, 2020).

Assim, torna-se imprescindível que o aluno adote uma postura proativa, indo além do simples entendimento, para finalmente se tornar um agente de transformação. Para que essa postura proativa ocorra é necessário não apenas a compreensão dos dilemas contemporâneos, mas também a capacidade e a coragem de se manifestar e propor soluções que sejam ao mesmo tempo criativas e convincentes e, para isso, devem ser fundamentadas em conhecimentos teóricos sólidos. É, portanto, um chamado à ação que transcende a passividade do aprendizado tradicional (Monteiro, 2017).

Nesse contexto dinâmico, o papel do professor adquire uma importância crucial. O educador não deve ser encarado como um mero transmissor de conhecimento, mas como um

facilitador do processo de crescimento do aluno. Sua responsabilidade vai além de simplesmente fornecer informações; ele desempenha o compromisso de oferecer a estrutura mínima necessária para que o aluno desenvolva suas habilidades críticas, criativas e proativas. (Monteiro, 2017).

Dessa forma, o professor torna-se um guia, incentivando o estudante a explorar novas perspectivas, a questionar, a refletir sobre os problemas que o rodeiam e a buscar soluções que possam ser inovadoras para os problemas que permeiam a sociedade contemporânea. É papel do professor, então, ajudar o aluno a acreditar e a confiar que ele é capaz de desempenhar o papel de protagonista. Ao agir como esse catalisador do pensamento crítico e da ação proativa, o educador contribui não apenas para a formação de indivíduos mais capacitados, mas também para a construção de cidadãos ativos e engajados em um mundo em constante evolução e desafio. (Da Silva Vieira e Sabatini, 2022; Carvalho e Bley, 2022; Batista et.al., 2022; Bacich e Holanda, 2020).

Como vimos, a globalização e a aceleração das mudanças tecnológicas exigem uma nova abordagem educacional, em que o aluno não poderá se contentar mais em simplesmente ser apenas um receptor passivo de informações. Ele deve buscar ser um agente transformador, que esteja pronto para enfrentar as demandas exigidas pela sociedade e pelo mercado e, diante disso, saber como se posicionar ativamente diante das questões sociais, ambientais e econômicas. É imperativo nesse sentido que os alunos se envolvam ativamente, utilizando seus conhecimentos teóricos como uma base sólida para construir uma análise crítica e apta à proposição de soluções inovadoras (Bacich e Holanda, 2020).

Nesse sentido, caracterizamos um estudante ativo como sendo o aluno que se destaca da maioria, justamente por se expressar de forma ativa diante das injustiças, desigualdades e dilemas éticos que permeiam nosso contexto social no qual todos nós estamos inclusos. Este aluno desempenha um papel de liderança na resolução de problemas, pois ele não se restringe a adotar passivamente ideias que lhe são impostas, mas, por sua própria iniciativa, desenvolve a habilidade de articular de maneira crítica e reflexiva suas próprias ideias e posições diante dos desafios enfrentados. Essa capacidade é sustentada por seus conhecimentos teóricos adquiridos na escola, que lhe forneceram uma base sólida para a análise das complexidades do mundo (Maia, 2019)

Além de questionar e refletir, esse aluno ativo desempenha um papel proativo na busca por soluções. Ele se torna um agente de mudança, contribuindo para a construção de alternativas que promovam um mundo mais equitativo e sustentável. Essa postura não apenas

enriquece sua jornada educacional, mas também o proporciona uma compreensão melhor dos problemas sociais que o rodeiam e o equipa com as habilidades necessárias para se tornar um cidadão comprometido, consciente e participativo (Pauletti e Galle, 2020).

Em resumo, a atitude ativa do estudante não se limita a absorver conhecimento; ela o prepara e o auxilia na construção de um aluno apto e capaz de exercer cidadania. Essa postura não só aprimora a experiência educacional do aluno, mas também o capacita a desempenhar um papel significativo na construção de um futuro mais ético e sustentável para a sociedade em que está inserido.

Nesse sentido, que posturas devemos tomar para transformar o Ensino de Ciências que temos no Ensino de Ciências que precisamos?

2.3 DESAFIOS NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA: OBSTÁCULOS A SEREM SUPERADOS

Embora o reconhecimento da importância da educação científica tenha aumentado, a realidade enfrentada nas escolas frequentemente ainda se distancia da visão idealizada desse processo educacional. A deficiência de investimentos no sistema educacional é refletida de maneira incontestável na falta de recursos essenciais para o Ensino de Ciências. A ausência desses recursos e de laboratórios funcionais nas escolas constitui uma barreira substancial, que por sua vez impede uma implementação eficaz de atividades experimentais e projetos práticos com os alunos. Essas práticas são tão importantes pois elas não só enriquecem a aprendizagem dos alunos, mas proporcionam uma compreensão mais tangível dos conceitos científicos que foram estudados em sala, bem como fomentam o desenvolvimento de habilidades práticas fundamentais para o exercício de uma cidadania ativa e inovadora (Monteiro, 2017).

Nesse contexto, que por si só já é desafiador, o déficit de professores de Física, verdadeiramente capacitados e preparados amplifica significativamente os obstáculos enfrentados na busca por uma educação científica de qualidade. A formação sólida desses profissionais torna-se essencial não apenas para a transmissão eficaz de conhecimentos teóricos, mas também para orientar os alunos na aplicação prática desses conceitos. Professores bem preparados desempenham um papel crucial como mentores, inspirando o interesse dos estudantes pela ciência e proporcionando uma orientação especializada em experimentação e pesquisa (Monteiro et al., 2013)

Nesse cenário, o Ensino de Ciências transcende a tradicional abordagem, tornando-se algo interessante e cativante. A formação robusta dos professores permite que eles sejam não apenas transmissores de conhecimento, mas também facilitadores de uma aprendizagem ativa e envolvente. Esses educadores capacitados desafiam a ideia arcaica de que aprender é uma atividade chata e monótona. Em vez disso, criam um ambiente em que a curiosidade é despertada e os alunos são incentivados a instigar, questionar e trazer suas dúvidas para a sala de aula (Castro e Queiroz, 2007).

É neste ambiente que as autoras afirmam ser importante, pois ele proporciona ao aluno a habilidade em correlacionar os conceitos de Física aprendidos em sala de aula com suas próprias vivências diárias e isso é crucial para uma compreensão mais profunda e aplicada do conhecimento científico. Para as autoras, a Física não deve ser percebida como um conjunto isolado de teorias abstratas, mas sim como uma disciplina que permeia todos os aspectos do cotidiano. Quando os alunos conseguem fazer essa conexão entre a teoria e a prática, a disciplina deixa de ser algo distante e se torna uma parte intrínseca de sua realidade.

Por isso, novas estratégias de ensino envolvendo o aluno com a realidade à sua volta e estimulando-o a ser mais ativo em sala de aula, buscando identificar problemas reais, bem como soluções, têm sido propostas. Dentre elas, podemos citar o movimento maker, inspirado pela cultura "faça você mesmo", que propõe que os alunos assumam um papel protagonista em sua própria aprendizagem, envolvendo-se em projetos criativos e construtivos. De acordo com Anderson (2012), essa abordagem está alinhada com a nova revolução industrial, que valoriza a capacidade das pessoas de criar e produzir suas próprias ideias. Essa perspectiva tem sido amplamente discutida por autores como Dougherty (2012), Ratto e Boler (2014) e Gershenfeld (2012), enfatizando o "fazer" como uma via para a construção do conhecimento e a solução de problemas.

O ensino STEAM, por sua vez, promove a integração de ciências, tecnologia, engenharia, artes e matemática, buscando uma aprendizagem mais abrangente e interdisciplinar. Inspirado nos princípios construcionistas de Seymour Papert, esse enfoque valoriza a criatividade, o pensamento crítico e a colaboração, permitindo aos alunos explorar habilidades e conhecimentos diversos para abordar desafios complexos presentes na realidade social que todos os cidadãos enfrentam (Martinez e Stager, 2013; Pinkard, 2016; Honey, Pearson e Schweingruber, 2014).

Contudo, são muitos os obstáculos enfrentados pela educação brasileira, eles estão envolvidos com a capacidade das instituições educacionais de oferecerem uma formação

sólida e abrangente aos seus docentes. Como destacam Borges e Gomes (2005), Neves et al. (2006), Lopes (2007), Ramos e Rosa (2008) e Pena e Ribeiro Filho (2009), não há investimentos na educação continuada de professores. Além disso, há que se ressaltar a falta de infraestrutura nas escolas como laboratórios de ciências e de informática adequados, como apontados no Censo Escolar recente (BRASIL, 2020).

Portanto, superar essas barreiras torna-se imperativo para garantir que todos os alunos, independentemente de sua origem socioeconômica, possam usufruir de uma educação científica eficaz e preparadora para os desafios do século XXI. Investimentos significativos em infraestrutura escolar, capacitação de professores e desenvolvimento de currículos inovadores são passos essenciais para criar um ambiente propício ao florescimento do interesse e da competência científica, capacitando assim os estudantes a se tornarem agentes ativos e transformadores em uma sociedade cada vez mais centrada na ciência e na tecnologia.

2.4 O IMPRESCINDÍVEL PAPEL DA INSTRUMENTALIZAÇÃO ESCOLAR E DOCENTE NA FORMAÇÃO CIENTÍFICA

Como foi observado, para que seja possível transpor os obstáculos limitadores de um Ensino de Ciências adequado à realidade atual, que permeiam a educação científica na atualidade, é essencial direcionemos nossos esforços para a instrumentalização, tanto das instituições de ensino quanto dos educadores. Essa abordagem abrangente engloba a necessidade urgente de investir em infraestrutura educacional, garantindo que laboratórios bem equipados estejam acessíveis, proporcionando aos estudantes experiências práticas que solidificam os conceitos teóricos (Monteiro, 2017)

No âmbito docente, a instrumentalização assume um papel crucial. Ao oferecer suporte contínuo e programas de desenvolvimento profissional, capacitamos os educadores a enfrentar os desafios dinâmicos da educação científica na era globalizada. Esse suporte não se limita apenas à atualização técnica, mas também se estende ao estímulo de uma mentalidade inovadora. Professores capacitados não apenas transmitem conhecimento, mas cultivam uma atmosfera de exploração e experimentação, transformando a aprendizagem em uma jornada envolvente e crítica (Minozzo e Machado Spíndola, 2016).

A infraestrutura escolar, complementada pela capacitação docente, não só viabiliza uma educação científica de qualidade, mas também promove o desenvolvimento integral dos alunos. Essas medidas são essenciais para preparar os estudantes não apenas com

conhecimentos teóricos, mas com as habilidades práticas e a mentalidade necessárias para se destacarem em uma sociedade cada vez mais orientada pela ciência e pela inovação (Pena e Ribeiro Filho, 2009).

Em última análise, pelo que vimos, as pesquisas em Ensino de Ciências mostram que somente através da instrumentalização efetiva, focada na melhoria da infraestrutura educacional e no aprimoramento contínuo dos educadores, poderemos atingir os objetivos fundamentais de formação.

3 RECURSOS A SEREM IMPLEMENTADOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Como vimos em capítulos anteriores, a formação do cidadão capaz de ser crítico, reflexivo e capaz de agir na sociedade de modo a propor soluções para problemas que tocam a todos exige uma abordagem ativa e participativa dos alunos. Ou seja, não há mais como mantermos um ensino no qual o aluno não assuma uma posição mais ativa no processo de ensino e de aprendizagem.

Isso significa que os alunos devem ser estimulados a pensar criticamente, resolver problemas e desenvolver habilidades e competências não apenas cognitivas, mas também comunicativas e socioemocionais (Brasil, 2017).

Nesse sentido, as pesquisas em Ensino de Ciências têm destacado a importância de diferentes estratégias de ensino dentre elas podemos citar: a experimentação, a exploração da relação Ciência/Tecnologia/Sociedade, o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação, a Robótica Educacional e o ensino Maker e Steam.

Nesse capítulo, vamos apresentar e discutir cada uma dessas estratégias, bem como suas contribuições na formação de cidadão críticos e conscientes.

3.1 A EXPERIMENTAÇÃO

Araújo e Abib (2003) explicam que as pesquisas em Ensino de Ciências consagraram o uso da experimentação como recurso importante para o ensino de conceitos científicos. Segundo esses autores, as pesquisas mostraram que, com relação às atividades experimentais, é possível a utilização de pelos menos três enfoques.

a) Atividades experimentais demonstrativas: Como destacam Araújo e Abib (2003), as atividades experimentais de demonstração são aquelas nas quais o professor demonstra um fenômeno científico para um grupo de alunos. Elas se constituem em verdadeiras ferramentas valiosas para o Ensino de Ciências, pois permitem que os alunos observem diretamente fenômenos científicos que seriam difíceis ou impossíveis de observar na natureza.

Os autores explicam que as atividades experimentais de demonstração podem ser usadas para ilustrar uma variedade de conceitos científicos, desde fenômenos simples, como a mudança de estado da matéria, até fenômenos mais complexos, como a eletrização por atrito, por exemplo,

É famosa a demonstração experimental da eletrização por atrito por meio do famoso experimento de Van de Graaf, utilizada com muito sucesso em feiras e museus de ciências.

Araújo e Abib (2003) destacam que o professor desempenha um papel importante nessa atividade, pois a ele cabe a responsabilidade de realizar a demonstração, bem como de explicar os fenômenos que estão sendo demonstrados e, também, de responder às perguntas dos alunos. Ele, além disso, deve incentivar os alunos a participarem da atividade, fazendo perguntas e fazendo observações. Desse modo, a atividade também prevê uma participação ativa dos alunos, pois eles devem ser envolvidos numa discussão com seus pares para que possam compartilhar suas observações e conclusões. Essa discussão é importante para que os alunos consolidem seu aprendizado.

Desse modo, as atividades experimentais de demonstração podem ajudar os alunos a compreenderem conceitos científicos de forma mais significativa e a desenvolverem habilidades de observação, análise e interpretação, discussão.

b) Atividades experimentais verificacionistas: Segundo Araújo e Abib (2003), as atividades experimentais verificacionistas são atividades em que os alunos realizam experimentos para verificar a validade de uma teoria ou lei científica. Essas atividades são uma ferramenta valiosa para o Ensino de Ciências, pois permitem que os alunos testem seus conhecimentos e desenvolvam habilidades de pensamento crítico.

Os autores destacam que as atividades experimentais de verificação podem ser usadas para ilustrar uma variedade de conceitos científicos, desde fenômenos simples, como a queda dos corpos, até fenômenos mais complexos, como a evolução ou o aquecimento global.

As atividades experimentais de verificação são uma ferramenta valiosa para o Ensino de Ciências, porque elas podem contribuir para que os alunos aprendam a coletar dados, medindo, construindo tabelas, construindo gráficos, refletindo sobre modelos explicativos, aprendendo, debatendo ideias, trabalhando em grupo, etc.

c) Atividades experimentais investigativas: Araújo e Abib (2003) afirmam que as atividades experimentais investigativas são aquelas em que os alunos são desafiados a investigarem um fenômeno científico por meio de experimentação. Essas atividades são uma ferramenta valiosa para o Ensino de Ciências, pois permitem que os alunos desenvolvam habilidades de pensamento científico, como a capacidade de formular hipóteses, coletar dados, analisar resultados e tirar conclusões.

Para os autores, essas atividades são importantes para os alunos porque promovem a aprendizagem ativa e participativa, desenvolvem habilidades de pensamento científico, ajudam os alunos a compreenderem conceitos científicos de forma mais significativa, os

ensinam a resolver problemas, levantar e testar hipóteses, construir explicações e argumentos, a defenderem seus argumentos e considerarem os argumentos dos companheiros, etc.

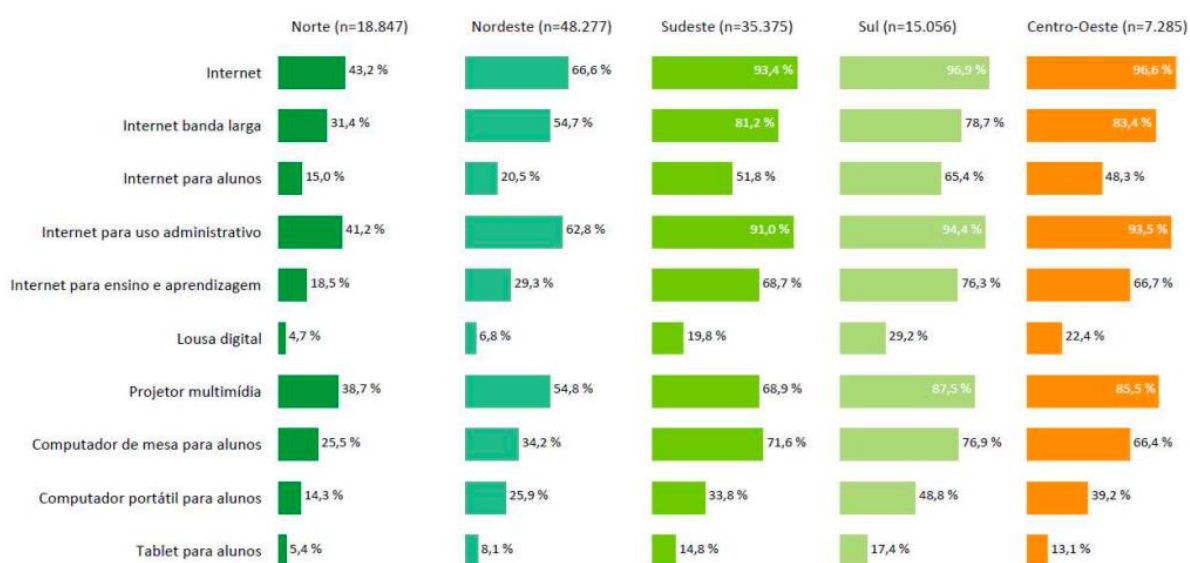
Outros autores enfatizam a experimentação como fundamental no ensino de conceitos científicos, bem como habilidades e competências comunicativas e socioemocionais. Nardi (2005) destaca que desde os primórdios das pesquisas em Ensino de Ciências no Brasil, a partir da década de 1960, até hoje, os resultados dos trabalhos investigativos mostram que a experimentação é fundamental para o processo de ensino e de aprendizagem em ciências.

3.2 O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO – TDIC

O Censo Escolar de 2019 revela que apenas 42,1% das Escolas Públicas de Ensino Médio possuíam laboratórios de Ciências e somente 8,6% das Escolas Públicas de Ensino Fundamental contavam com esses recursos (Brasil, 2020).

Em relação aos recursos tecnológicos, o cenário é variado. O gráfico a seguir apresenta a disponibilidade de internet banda larga com computadores nas escolas de ensino fundamental por região:

Figura 1 – Recursos tecnológicos disponíveis nas escolas de ensino fundamental segundo as regiões



Fonte: Inep/Censo Escolar 2020

Fonte: Brasil – 2019

Observa-se que a disponibilização de internet e computadores de mesa, respectivamente, é mais acentuada nas regiões Sul (96,9% e 76,9%), Sudeste (93,4% e 71,6%) e Centro-oeste (96,6% e 66,4%), embora ainda haja margem para melhorias nas regiões Norte e Nordeste. Outros recursos tecnológicos, como lousa digital, tablet e computador portátil, apresentam uma adoção menos expressiva.

Portanto, diante das carências relativas à quase inexistência de laboratórios e de falta de recursos, é animador observar que uma parcela significativa de instituições de ensino possui acesso à internet e computadores.

Nesse caso, as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) surgem como poderosas ferramentas à disposição do Ensino de Ciências.

Para Monteiro (2017), as TDICs desempenham um papel significativo no Ensino de Ciências, oferecendo diversas ferramentas que ampliam as possibilidades educacionais. Entre as TDIC mais utilizadas, o autor destaca aquelas disponíveis pela internet e por softwares.

No âmbito da internet, Monteiro (2017) evidencia que os recursos como chat, e-mail e mídias sociais proporcionam interação entre alunos, facilitando a comunicação, a troca de ideias e o estudo em grupo. Mídias sociais, incluindo blogs, microblogs (como o Twitter) e redes sociais, permitem discussões, compartilhamento de pontos de vista e experiências, tornando o aprendizado mais dinâmico.

Quanto aos softwares, Monteiro (2017) os classifica em aplicativos e educacionais. Para o autor, os aplicativos, como os voltados para edição de textos e planilhas, são amplamente utilizados para fins educacionais. Já os softwares educacionais englobam tutoriais, exercícios/práticas, demonstrações, simulações, jogos e monitoramento.

No contexto do Ensino de Física, softwares educacionais são empregados para medições, construção de gráficos, avaliações, apresentações, animações e simulações. Eles contribuem para uma abordagem mais prática e interativa, possibilitando que os alunos compreendam conceitos de forma visual e experimental.

Além disso, Monteiro (2017) chama a atenção para os laboratórios controlados remotamente, ou Weblabs, que representam uma inovação destacada. Esses laboratórios permitem que os usuários, por meio da internet, coletem dados experimentais reais, interagindo com aparatos físicos em locais distintos. Diferentemente de simulações, os experimentos remotos oferecem uma experiência autêntica, promovendo a compreensão prática dos fenômenos estudados.

Assim, as TDICs enriquecem o Ensino de Ciências, proporcionando uma variedade de recursos que estimulam a participação dos alunos, tornam os conceitos mais tangíveis e contribuem para uma aprendizagem mais envolvente e eficaz.

Segundo Monteiro (2017), dentre as principais contribuições aos alunos que as TDICs podem oferecer, destacam-se:

- Habilidades de pesquisa: ao utilizar a internet como fonte de informações, os alunos desenvolvem habilidades de pesquisa, aprendendo a buscar e avaliar conteúdos relevantes para a compreensão de conceitos científicos.
- Visualização de modelos científicos: a realização de experimentos em sala de aula não permite a visualização do modelo científico explicativo do fenômeno. Ou seja, quando realizamos um experimento não somos capazes de visualizar um vetor, um átomo, um elétron. Contudo, quando realizamos uma animação ou simulação no computador, esse recurso nos oferece a ilustração de um campo magnético, de um eclipse, das fases da lua, do vetor força, etc. Isso facilita a compreensão dos alunos dos modelos científicos utilizados para explicar certos fenômenos.
- Pensamento crítico e analítico: softwares educacionais, tutoriais e atividades práticas em TDIC desafiam os alunos a analisar dados, resolver problemas e tomar decisões, promovendo o pensamento crítico e analítico.
- Colaboração e comunicação: ferramentas como chats, e-mails e mídias sociais incentivam a colaboração entre os alunos, promovendo a comunicação eficaz, a troca de ideias e o trabalho em equipe, habilidades essenciais tanto na ciência quanto na vida cotidiana.
- Criatividade e inovação: atividades que envolvem a criação de projetos multimídia, como vídeos e apresentações, estimulam a criatividade e inovação. Os alunos podem expressar conceitos científicos de maneiras diversas, desenvolvendo uma compreensão mais profunda. Destaca-se também as habilidades de argumentação e construção de explicações e estabelecimentos de relações de causa e efeito.
- Alfabetização digital: o uso de softwares educacionais, laboratórios virtuais e outras ferramentas digitais contribui para a alfabetização digital dos alunos, capacitando-os a utilizar eficientemente as tecnologias disponíveis.

- Resolução de problemas práticos: softwares de simulação e experimentação remota permitem que os alunos enfrentem desafios práticos, experimentando e resolvendo problemas de forma interativa, o que é crucial para o desenvolvimento de habilidades práticas em ciências.
- Adaptação às novas tecnologias: ao integrar constantemente novas tecnologias, os alunos desenvolvem a capacidade de se adaptar a ambientes digitais em constante evolução, uma habilidade valiosa em um mundo cada vez mais tecnológico.
- Autonomia no aprendizado: ferramentas educacionais interativas oferecem aos alunos a oportunidade de aprender em seu próprio ritmo, promovendo a autonomia no processo de aprendizagem e a responsabilidade pela própria educação. No caso dos experimentos remotos os estudantes podem realiza-los no momento e no local que acharem mais adequado às suas necessidades.
- Consciência global: através de atividades que utilizam recursos online, os alunos podem explorar questões científicas globais, desenvolvendo uma consciência mais ampla dos desafios e oportunidades no cenário científico global.

Enfim, Monteiro (2017) enfatiza que, ao incorporar atividades em TDIC no Ensino de Ciências, os educadores têm a oportunidade de preparar os alunos não apenas com conhecimento científico, mas também com habilidades essenciais para o século XXI, capacitando-os a enfrentar os desafios complexos do mundo contemporâneo.

3.3 EXPLORAÇÃO DA RELAÇÃO CIÊNCIA/TECNOLOGIA/SOCIEDADE

Como destaca Martins (2020), a exploração da relação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) na escola é uma perspectiva que enfatiza a importância de compreender as inter-relações entre esses quatro domínios. No contexto da educação científica, a relação CTSA pode ser utilizada para promover o desenvolvimento de competências científicas, como a criticidade.

Para a autora, a criticidade é uma competência que permite aos alunos pensar de forma reflexiva e questionadora. É importante para que os alunos possam compreender e avaliar informações científicas, tomar decisões informadas e participar de forma ativa na sociedade.

A relação CTSA pode contribuir para o desenvolvimento da criticidade dos alunos de diversas formas. Em primeiro lugar, ela permite aos alunos compreender que a ciência não é

um corpo de conhecimento neutro, mas que está influenciada por fatores sociais, culturais e históricos. Isso ajuda os alunos a serem mais críticos em relação às informações científicas que recebem (Martins, 2020).

Além disso, os conhecimentos científicos, não necessariamente só trazem contribuições positivas para a sociedade e para o meio ambiente. Portanto, é importante ser capaz de analisar mais amplamente o desenvolvimento tecnológico. Isso ajuda os alunos a serem mais conscientes das implicações sociais e ambientais da ciência.

Outro aspecto importante abordado pela relação CTSA que Martins (2020) destaca é que essa abordagem permite aos alunos participarem de debates e discussões sobre questões sociocientíficas. Isso ajuda os alunos a desenvolverem a capacidade de pensar de forma crítica e argumentativa os conceitos e produtos da Ciência e da Tecnologia, bem como seus impactos na sociedade e meio ambiente.

Desse modo, entendemos que a abordagem CTSA é muito útil por chamar a atenção para a necessidade de abordar os conceitos científicos e o desenvolvimento de produtos tecnológicos a partir de um contexto real que é o modo como isso impacta a sociedade e o meio-ambiente.

A esse respeito, Martins (2020) explica que as estratégias de contextualização utilizadas por essa abordagem permitem aos alunos relacionar o conhecimento científico com o mundo real. Elas podem ser utilizadas para abordar questões sociocientíficas, problemas reais, casos concretos e visitas de campo.

- O uso de questões sociocientíficas permite aos alunos discutir e refletir sobre problemas reais que afetam a sociedade. Por exemplo, os alunos podem discutir os impactos ambientais da produção de energia nuclear ou os dilemas éticos da clonagem humana (MARTINS, 2020).
- O uso de problemas reais permite aos alunos aplicar o conhecimento científico para resolver problemas reais. Por exemplo, os alunos podem desenvolver um projeto para reduzir o consumo de energia na escola ou para melhorar a qualidade do ar na comunidade (MARTINS, 2020).
- O uso de casos concretos permite aos alunos compreender a aplicação do conhecimento científico na prática. Por exemplo, os alunos podem visitar um laboratório de pesquisa para aprender sobre o desenvolvimento de novos medicamentos ou visitar uma usina de energia para aprender sobre a produção de eletricidade (MARTINS, 2020).

- O uso de visitas de campo permite aos alunos observar fenômenos científicos no seu contexto real. Por exemplo, os alunos podem visitar um parque nacional para aprender sobre a ecologia de uma floresta ou visitar um museu de ciência para aprender sobre o desenvolvimento da tecnologia (MARTINS, 2020).

Em conclusão, podemos depreender que a abordagem CTSA é uma abordagem educacional eficaz para o desenvolvimento de competências científicas com criticidade, trazendo os conceitos científicos para a vida real. As estratégias de contextualização são ferramentas importantes para a formação do cidadão crítico, consciente e capaz de intervir na sociedade para alterá-la.

3.4 O USO DAS HISTÓRIAS EM QUADRINHOS.

Como destacam Albuquerque, Marinho, Nery (2021) as Histórias em Quadrinhos (HQs) são uma forma de comunicação visual que se utiliza de imagens e texto para contar histórias. Elas são uma forma popular de entretenimento, mas também podem ser utilizadas como uma ferramenta educativa.

Os autores explicam que as Histórias em Quadrinhos foram, durante muito tempo desvalorizadas e vistas com certo preconceito pelo mundo acadêmico não só no Brasil, mas no mundo. Neste contexto, os quadrinhos eram vistos com pouca seriedade, o que desencorajava as pesquisas. O gênero sofreu durante décadas a indiferença da alta intelectualidade.

Na perspectiva dos autores, os motivos da rejeição eram os seguintes:

- A natureza híbrida do gênero, que combina linguagem escrita e imagem desenhada. Os quadrinhos eram vistos como uma forma de arte inferior, pois não eram considerados "puros";
- O fato de os quadrinhos serem um veículo popular. Os quadrinhos eram associados à cultura popular, que era vista como inferior à cultura erudita;
- A influência de obras como "Seduction of the innocent" (1954), do psiquiatra alemão Fredric Wertham. Nesta obra, Wertham acusava os quadrinhos de serem responsáveis por diversos problemas sociais, como a violência, o crime e a homossexualidade.

Desse modo, o motivo era só o preconceito. No entanto, como destacam Albuquerque, Marinho, Nery (2021), nos últimos anos, os quadrinhos conquistaram uma crescente aceitação pela sociedade. Isso tem feito com que eles sejam vistos de outra forma, inclusive por acadêmicos. Os motivos para tal mudança foram:

- O surgimento de obras de quadrinhos de alta qualidade, que abordavam temas maduros e complexos;
- O crescimento do mercado dos quadrinhos, que atraiu novos leitores, incluindo adultos e acadêmicos;
- O aumento das pesquisas sobre quadrinhos, que ajudaram a promover o gênero e a educar o público sobre ele.

No contexto da educação científica, Feitosa *et. al.* (2020) utilizaram a História em Quadrinhos para ensinar conceitos de Física Quântica para alunos de ensino médio. Para esses autores, desde a pré-história, o ser humano utiliza imagens para contar histórias e transmitir informações. Assim sendo, eles entendem que as HQs têm um grande potencial para o Ensino de Ciências, pois são capazes de:

- Atrair a atenção dos alunos: as HQs são uma forma de comunicação visual e lúdica que pode despertar o interesse dos alunos por temas científicos;
- Facilitar a compreensão de conceitos científicos: as HQs podem ser usadas para representar conceitos científicos de forma clara e acessível;
- Promover a reflexão e a discussão: as HQs podem ser usadas para estimular os alunos a pensar criticamente sobre temas científicos.

A linguagem simples e descontraída das HQs proporciona uma leitura prazerosa, tornando-se um canal envolvente para a transmissão de conteúdos científicos. O uso hábil dos recursos linguísticos e visuais presentes nas HQs permite que educadores explorem conceitos complexos em sala de aula, tornando o aprendizado mais acessível e cativante (Vergueiro, 2011; Silvério e Rezende, 2012).

De acordo com Martins (2012), as HQs se estabeleceram como um recurso pedagógico significativo, podendo desempenhar diversos papéis, desde a introdução de um tema até aprofundamento de conceitos, geração de discussões e encerramento de conteúdos de forma lúdica. A natureza narrativa das Histórias em Quadrinhos permite uma aprendizagem imersiva e, muitas vezes, inconscientemente absorvida, proporcionando uma compreensão mais profunda e duradoura.

Desse modo, entendemos que as HQs podem ser úteis no sentido de ilustrar questões científicas da própria realidade do aluno que ele não percebeu. Assim, as HQs serviriam como um recurso contextualizador de questões científicas próprias da realidade social dos estudantes. Isso facilita também a problematização de situação do cotidiano do estudante.

3.5 A ROBÓTICA EDUCACIONAL E O ENSINO MAKER E STEAM

Segundo Albuquerque, Marinho e Nery (2021), atualmente vivemos na era da revolução tecnológica, revolução essa que é baseada e sustentada nos avanços da informática, dos meios de telecomunicação e da robótica. Nesse contexto, as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação vêm se destacando cada vez mais e se fazendo mais presentes e cada vez mais necessárias nas escolas brasileiras.

De acordo com Cardoso e Araújo (2021), as tecnologias já estão e estarão cada vez mais presentes em todos os ramos da atividade humana e vêm, a cada dia, ocupando mais espaço em nossa sociedade. Mediante a isso, há a necessidade premente de as escolas adaptarem-se de forma a introduzir as chamadas Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação auxiliadas pela robótica educacional como um meio para permitir uma maior interação e um maior engajamento dos alunos em sala de aula com esses recursos.

Para Medeiros e Gonçalves (2008, p. 264), existem diversas maneiras de incorporar computadores no processo de ensino e aprendizagem. A Robótica Educacional (RE) é uma tecnologia que, devido às suas características, engloba e permite condições didático-pedagógicas que podem facilmente serem envolventes e estimulantes, o que facilita e permite uma aprendizagem mais ativa.

Deste modo, Santos e Júnior (2020), nos norteia que,

O termo robótica educacional refere-se a qualquer ambiente de aprendizagem que disponha de materiais para a montagem e controle de dispositivos por computador, ou dispositivo similar. Deste modo, para tornar possível o desenvolvimento de robôs em contexto educacional, é preciso a parte física, que envolve todos os componentes de eletroeletrônica do sistema, também chamados de hardware, e da parte lógica (ou software), que consiste nos programas que realizam a interface entre o usuário humano e o robô (Santos e Júnior, 2020, p. 53-54).

Albuquerque, Marinho e Nery (2021) nos mostram que o interesse pela educação robótica tem experimentado um crescimento significativo, refletindo-se em diversas iniciativas globais para incorporar esse tema nas escolas, desde a Educação Infantil até o Ensino Médio, frequentemente associado às disciplinas de Ciências e Tecnologia.

Entretanto, os autores destacam que, de forma geral, os projetos educacionais de robótica ainda são trabalhados como práticas isoladas na maioria das escolas, muitas vezes em disciplinas específicas de robótica, voltadas à formação técnica e destinadas ao ensino profissionalizante de níveis médios ou superior.

Dourado e Marcon (2017) chamam a atenção para o fato de a robótica educacional se constituir em uma proposta de ensino que desafia o modelo tradicional baseado no princípio do professor ativo e o aluno passivo no processo de ensino e de aprendizagem. Segundo esses pesquisadores, a robótica educacional possibilita aos professores meios para envolver os alunos de forma mais ativa e responsável com o conhecimento que é ensinado.

De modo convergente temos a opinião de Ospennikova, Ershov e Iljin (2015), que afirmam:

Estudando robótica, os estudantes exploram uma nova e socialmente importante camada da cultura tecnológica moderna: eles adquirem conhecimentos e habilidades politécnicas atuais, dominam relevantes competências técnicas e tecnológicas. Aulas de robótica facilitam a consolidação e o avanço do conhecimento do assunto, a formação das habilidades cognitiva e prática do sujeito, aprimorando as ações acadêmicas universais. (Ospennikova, Ershov e Iljin, 2015, p. 23-24)

Entretanto, é preciso considerar que a robótica educacional é uma estratégia de ensino que pode ser abordada de diferentes maneiras em sala de aula. Ela pode sim atender aos auspícios afirmados por Ospennikova, Ershov e Iljin (2015), contudo, isso pode ser bem diferente, basta que imaginemos o professor dizendo o que o aluno deve fazer e colocando as atividades de robótica como sendo uma série de ações pré-determinadas de antemão, de tal modo que o aluno apenas siga um roteiro pré-determinado. Desse modo, teremos uma atividade com muito potencial para desenvolver diferentes habilidades e competências dos alunos, mas os limita apenas a serem treinados a seguir um manual.

É por isso que alguns autores, como Couso, 2022; Da Silva, Dos Santos e Bezerra, 2022; Albuquerque, Marinho e Nery, 2021; Bacich e Holanda, 2020; Barbosa e Blikstein, 2020; Vuerzler, 2020; Lorenzin, 2019), chamam a atenção para a perspectiva STEAM no uso da robótica educacional em sala de aula.

Como destacam esses autores, a abordagem STEAM é uma proposta de ensino com o objetivo central de superar a fragmentação educacional, incentivando o aluno a assumir uma postura mais comprometida e ativa com sua aprendizagem. Essa perspectiva consiste em um currículo integrado que engloba as áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes, Design e Matemática.

Originada nos Estados Unidos entre as décadas de 80 e 90 como uma iniciativa para aprimorar o Ensino de Ciências e Matemática, a abordagem STEAM incluiu a construção, a programação e a manipulação de plataformas robóticas. Seu propósito é estimular, desafiar e promover nos alunos a capacidade de resolver problemas, projetar sistemas e compreender o comportamento por meio do pensamento computacional. Esta abordagem revela-se envolvente ao fomentar a criatividade, o interesse, a motivação, a habilidade de resolução de problemas e o desenvolvimento de habilidades sociais (Bacich e Holanda, 2020).

De acordo com (Lorenzin, 2019), essa metodologia obteve êxito nos Estados Unidos ao revolucionar o currículo defasado nas escolas, que já não acompanhava as vivências e experiências externas dos estudantes, nem se alinhava à cultura tecnológica digital vigente. Atualmente, é reconhecida como um símbolo de inovação, destacando-se por sua capacidade de romper com paradigmas educacionais ultrapassados e promover uma abordagem mais dinâmica e conectada com a realidade contemporânea.

Segundo Couso (2017), para quem a proposta não prevê uma integração com a artes, daí a proposta ter uma sigla diferente, ao invés de STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics, ou seja, Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática) e STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics, ou seja, Ciência, Tecnologia, Engenharia, e Matemática), essa perspectiva prevê uma prática interdisciplinar e não uma abordagem estanque do conhecimento:

Ser alfabetizado em STEM é ser capaz de identificar e aplicar os dois conhecimentos-chave como formas de fazer, pensar, falar e sentir ciência, engenharia e matemática, então mais ou menos integrado, para entender, decidir e/ou atuar em problemas complexos e construir soluções criativas e inovadoras, aproveitando as sinergias e tecnologias pessoais disponível e criticamente, pensativo e valorizado (Couso, 2017, p.25).

Do mesmo modo, Vuerzler (2020) destaca a vantagem de se abordar o conhecimento de maneira integrada e não compartimentada, adotando um currículo com uma abordagem interdisciplinar, de modo a potencializar os resultados da aprendizagem cognitiva dos estudantes, incentivando o interesse por áreas que envolvem o desenvolvimento e a criatividade de soluções tecnológicas.

Além disso, o autor destaca que, na perspectiva STEAM, a exploração integrada de cinco áreas do conhecimento proporciona oportunidades de ensino por meio de dinâmicas, experimentos práticos, investigação e trabalho em equipe, demandando o desenvolvimento de habilidades como a criatividade e a inovação.

Albuquerque, Marinho e Nery (2021) chamam a atenção para os êxitos notáveis que a abordagem STEAM conquistou em sua implementação em outras nações além dos Estados Unidos, como na Inglaterra e na Austrália. Já no que se refere ao contexto brasileiro, os autores comentam que sua adoção ocorreu um tanto tardiamente, visando aprimorar o Ensino de Ciências e incentivar a formação de profissionais para as indústrias tecnológicas ainda em ascensão. Uma das explicações para este ocorrido é a de que o Brasil é um país que importa muita tecnologia, mas exporta muito pouco.

É essa a realidade de atraso tecnológico, denunciada por Albuquerque, Marinho e Nery (opus cit.), que deixa o Brasil em desvantagem no processo de globalização da economia, gerando realidades de injustiça social por conta de fatores como desemprego, subemprego, fome e a consequente violência (Monteiro, 2017).

Portanto, em um cenário social estabelecido pela intensificação da globalização e em constante transformação pelo vertiginoso desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia, a implementação da abordagem STEAM no contexto brasileiro revela-se fundamental para preparar os estudantes não apenas para se informar, mas para transformar informações em conhecimento.

Em resumo, diante das demandas crescentes por profissionais capacitados em áreas tecnológicas, a combinação do ensino STEAM com a Robótica Educacional emerge como um diferencial crucial que pode contribuir para a formação do cidadão do futuro. Além de preparar os estudantes para as indústrias do futuro, essa abordagem cultivará uma geração de indivíduos criativos, inovadores e aptos a enfrentarem os desafios complexos que a sociedade contemporânea apresenta. Investir na implementação de projetos integradores STEAM, com foco na Robótica Educacional, é, portanto, um investimento estratégico no desenvolvimento educacional e no fortalecimento da capacidade inovadora do Brasil no cenário global.

Contudo, como destaca Lengel (2010), as instituições escolares ainda não estão preparadas para atender aos anseios da sociedade atual em função das transformações que vem ocorrendo. Para o autor, há urgente necessidade de preparar a escola para responder tais necessidades e isso envolve não simplesmente instrumentalizá-la, dotando a instituição da infraestrutura necessária para a realização de atividades que envolvam os estudantes de modo mais ativo com o conhecimento em conexão com os problemas enfrentados diariamente por todos que vivemos essa realidade global, mas dotar seu corpo docente do preparo para não apenas manusear os recursos, e sim ter a consciência didático-pedagógica do uso desses recursos em sala de aula para, de fato, desenvolver o estudante de modo integral.

É nesse sentido que este trabalho buscou desenvolver uma ferramenta que possa minimizar as dificuldades dos professores em ter que implementar um ensino significativo para seus alunos sem os recursos necessários para tanto.

4 A PESQUISA

A presente pesquisa propôs o desenvolvimento e avaliação de um recurso educacional inovador denominado ComplexMidia, destinado ao Ensino de Ciências em escolas públicas. O foco central foi abordar o conceito de energia de maneira contextualizada e problematizadora, alinhando-se às sugestões da literatura científica para aprimorar a qualidade do ensino. A pesquisa visa não apenas criar o material, mas também analisar sua eficácia como ferramenta pedagógica.

Nesse sentido, os objetivos da pesquisa foram:

Desenvolver a ComplexMidia, um recurso multimídia interdisciplinar para o Ensino de Ciências, com ênfase no conceito de energia;

Avaliar a eficácia da ComplexMidia na promoção de um ensino contextualizado e problematizador;

Investigar, na percepção de professores do Ensino Fundamental, o impacto do Complexmidia sobre o engajamento e aprendizado dos alunos;

Propor estratégias para a implementação efetiva da ComplexMidia nas escolas públicas.

4.1 O QUE É UMA COMPLEXMIDIA E COMO ELE FOI CONCEBIDO

Considerando os dados do último censo escolar, realizado em 2019, indicados em Brasil (2020), as escolas brasileiras apresentam grandes carências de infraestrutura, inclusive em recursos didáticos e pedagógicos. Contudo, de forma geral, há mais disponibilidade de internet banda larga (cerca de 43% na região norte e 78% da região sudeste) do que laboratórios e equipamentos experimentais (cerca de 4,8% em média no Brasil). Isso revela aquilo que os autores das pesquisas em Ensino de Ciências têm indicado, uma falta de recursos didáticos para que professores atuem na formação científica dos alunos.

Como vimos no capítulo de fundamentação, as pesquisas têm revelado que as atividades de ensino significativas precisam envolver a contextualização e a problematização, experimentação, projetos de robótica e simulações computacionais. Partindo desse ponto de vista e considerando que a grande maioria das escolas brasileiras não apresenta recursos relativos à matérias didáticos, a ComplexMidia, uma ferramenta didática voltado ao Ensino de

Ciências, foi concebida no contexto de um grupo de pesquisa na FEG-UNESP, sob a liderança do Prof. Dr. Marco Aurélio Alvarenga Monteiro.

Esse recurso educacional busca uma abordagem inovadora que visa enriquecer a experiência de aprendizagem, oferecendo uma gama diversificada de recursos em um único ambiente educacional.

O termo "ComplexMídia" surgiu da combinação de dois termos: "Complexo" e "Mídia", representando uma abordagem inovadora na integração de diferentes formas de apresentação de conteúdo e comunicação educacional.

Este conceito é especialmente relevante ao tratar de temas complexos, como no exemplo abordado neste trabalho, em que se explora a Energia, suas formas e seus tipos, bem como sua conservação.

O que significa "Complexo" no contexto de ComplexMídia? Na perspectiva do ComplexMídia, "complexo" refere-se à diversidade de formas de apresentação do conteúdo. Ao explorar um conceito, o recurso oferece uma gama variada de elementos, incluindo textos (livros digitais), experimentação, projetos de robótica e simulações computacionais, além de recursos de contextualização e problematização por meio de histórias em quadrinhos. Essa abordagem multifacetada visa proporcionar uma compreensão abrangente e atraente dos conceitos, adequando-se a diferentes estilos de aprendizado.

A dimensão da "Mídia" na ComplexMídia: por sua vez, "mídia" diz respeito à ampla gama de formas de comunicação educacional. Para ilustrar, ao abordar o tema da multiplicação, a ComplexMídia utiliza diferentes mídias, como videoaulas, jogos digitais, propostas de jogos analógicos com tutoriais, atividades didáticas digitais, atividades analógicas para impressão e livros digitais. Essa diversidade busca cativar a atenção dos alunos e oferecer opções flexíveis para o processo de aprendizagem.

Figura 2 - A ComplexMídia



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A ComplexMidia não é apenas uma coleção de recursos; é uma ferramenta educacional integrada que reúne diversas mídias em um ambiente único. O objetivo é facilitar o processo de ensino e aprendizagem de conceitos científicos complexos, proporcionando uma experiência mais enriquecedora e personalizada.

Uma característica fundamental da ComplexMidia é sua flexibilidade. Tanto alunos quanto professores podem acessar o conteúdo de maneira personalizada, permitindo que cada estudante siga seu próprio ritmo e escolha o formato que melhor se adapta às suas necessidades de aprendizagem. Isso promove uma abordagem mais inclusiva e adaptável ao diversificado cenário educacional.

4.2 COMO FOI PRODUZIDA A COMPLEXMIDIA DE ENERGIA

4.2.1 Contextualização e Problematização

Inicialmente, nos preocupamos em idealizar uma mídia de contextualização e problematização. Nesse caso, utilizamos o recurso de idealizar uma história em quadrinhos.

Nesse sentido, a equipe de trabalho idealizou a importância de uma turma de personagens que pudesse ilustrar os diferentes temas que sejam abordados na ComplexMídia.

Foi nessa perspectiva que foi criada a “Galerinha do Conhecimento”. Essa turminha consiste na criação de Histórias em Quadrinhos para crianças do Ensino Fundamental, que servirão como contexto para se explorar o conhecimento científico e tecnológico.

A turma será composta por personagens diversos, incluindo uma cientista negra chamada Marie Galileu, um aluno de graduação em Física chamado Ptolomeu Silva (Pitô), um menino negro chamado Miguel (Mica), um garoto cego chamado João (Jotinha), uma menina indígena chamada Ayla (Ayu), uma menina gordinha com deficiência auditiva chamada Sofia (Sofi) que se comunica com a galera por Língua Brasileira de Sinais (LIBRAS), uma garotinha ruiva, autista, chamada Gabi, que tem hiperfoco em Ciência e Tecnologia (robótica), uma inteligência artificial chamada Ziggy e um porquinho chamado Francis Bacon, especialista em filosofia (esse porquinho tem uma coleira desenvolvida por Pitô que permite que ele fale e os humanos o entendam).

Figura 3 - A Turma do Conhecimento



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 4 - Ziggy: O Enigma Alienígena no Gramado



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Figura 5 - Ziggy e as Crianças: Em Busca de Respostas com Marie Galileu



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

A turma enfrentará aventuras e desafios relacionados aos problemas sociais apontados pela ONU e pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Cada história base terá QR codes que abrirão jogos, projetos e experimentos que poderão ser estudados e desenvolvidos na escola. Os projetos serão desenvolvidos com base na tecnologia de robótica educacional, utilizando kits educacionais disponíveis no mercado e o Arduino como plataforma de programação.

Os objetivos principais do projeto são:

- Promover o interesse das crianças pela ciência e tecnologia, de uma maneira divertida e envolvente;
- Conscientizar as crianças sobre problemas sociais relevantes, tais como a fome, a desigualdade social, a falta de acesso à educação e saúde, entre outros, e incentivá-las a pensar em soluções para esses problemas;

- Incluir e valorizar as crianças com necessidades especiais, oferecendo-lhes uma experiência de aprendizado significativa e inclusiva, por meio da criação de histórias em quadrinhos com personagens diversos e acessíveis, explorando a tecnologia e a ciência de forma lúdica e interativa;
- Sensibilizar as crianças típicas sobre as necessidades e potencialidades das crianças com deficiências e/ou necessidades especiais, por meio da apresentação de personagens diversos e inclusivos nas histórias em quadrinhos, promovendo a compreensão e respeito à diversidade e contribuindo para a construção de uma sociedade mais inclusiva e justa;
- Desenvolver habilidades em programação, eletrônica e robótica, estimulando a criatividade e o pensamento crítico das crianças;
- Contribuir para a formação de cidadãos mais conscientes e responsáveis, capazes de utilizar a ciência e tecnologia para resolver problemas e melhorar a qualidade de vida da sociedade.

As histórias em quadrinhos foram desenvolvidas pelo professor Dr. Marco Aurélio Alvarenga Monteiro, que criou personagens e escreveu os textos, bem como por alunos de iniciação científica que fizeram as ilustrações. Toda a animação da história e quadrinho, juntamente com a plataforma da ComplexMídia, foi desenvolvida pelo prof. Dr José Silvério Edmundo Germano, docente colaborador do grupo de pesquisa.

Em cada história, a turma da Galerinha do Conhecimento enfrentará um problema social relacionado aos ODS.

Os ODS da ONU que poderão ser trabalhadas através das HQs do projeto "A Galerinha do Conhecimento" são:

ODS 4 - Educação de qualidade: a utilização de QR codes para abrir jogos, projetos e experimentos que poderão ser estudados e desenvolvidos na escola contribui para a promoção da educação de qualidade;

ODS 5 - Igualdade de gênero: a presença de personagens femininas em posições de destaque, como a cientista Marie Galileu, e a abordagem de temas relacionados à igualdade de gênero podem contribuir para a promoção da igualdade entre homens e mulheres;

ODS 7 - (Energia Acessível e Limpa): ao promover o entendimento da eletricidade, incentivando a busca por fontes limpas e sustentáveis;

ODS 10 - Redução das desigualdades: a inclusão de personagens com deficiências e/ou necessidades especiais nas histórias em quadrinhos e a promoção da conscientização

sobre a importância da inclusão e do respeito à diversidade podem contribuir para a redução das desigualdades;

ODS 11 - Cidades e comunidades sustentáveis: a utilização da tecnologia de robótica educacional, utilizando kits educacionais disponíveis no mercado e o Arduino como plataforma de programação, pode contribuir para a promoção da sustentabilidade, estimulando a inovação e a criatividade para a resolução de problemas locais;

ODS 13 - Ação contra a mudança global do clima: a promoção da sustentabilidade através da utilização da tecnologia de robótica educacional, estimulando a inovação e a criatividade para a resolução de problemas locais, pode contribuir para a ação contra a mudança global do clima.

A partir daí, os personagens irão explorar conceitos científicos e tecnológicos para encontrar soluções para esses problemas.

As discussões científicas com textos didáticos, vídeos explicativos, vídeos com a realização de experimentos, bem como os projetos de robótica educacional, com vídeos de propostas e construção, que serão disponibilizados através dos QR codes, irão permitir às crianças a oportunidade de aprender e colocar em prática os conceitos aprendidos nas histórias, criando soluções tecnológicas para os problemas sociais abordados. Esses projetos poderão ser realizados em grupo, incentivando o trabalho em equipe e a colaboração entre as crianças.

Na ComplexMídia de energia, a História em Quadrinhos, além de apresentar os personagens, fala sobre a chegada de Ziggy, a inteligência artificial alienígena, que por conta de um eclipse fica sem energia e cai na Terra.

Ziggy é achada pelos nossos personagens e levada à cientista Marie Galileu. Ela, como auxílio de seu aluno, Pitô, descobrem que Ziggy, ao ficar sem energia, cai e perde sua memória alienígena, mas se coloca à disposição de todos para utilizar suas informações privilegiadas sobre o nosso planeta e o Sistema Solar para participar de muitas aventuras em busca de novos conhecimentos.

A partir daí, a questão da energia passa a ser problematizada: o que é energia, suas formas e tipos, sua transformação e conservação. Além disso, discute-se a energia elétrica e a grande dependência humana dessa forma de energia.

A problematização logo é feita: como a produção de energia elétrica gera impactos ambientais, mesmo que utilizemos métodos menos impactantes para isso? Como resolver o

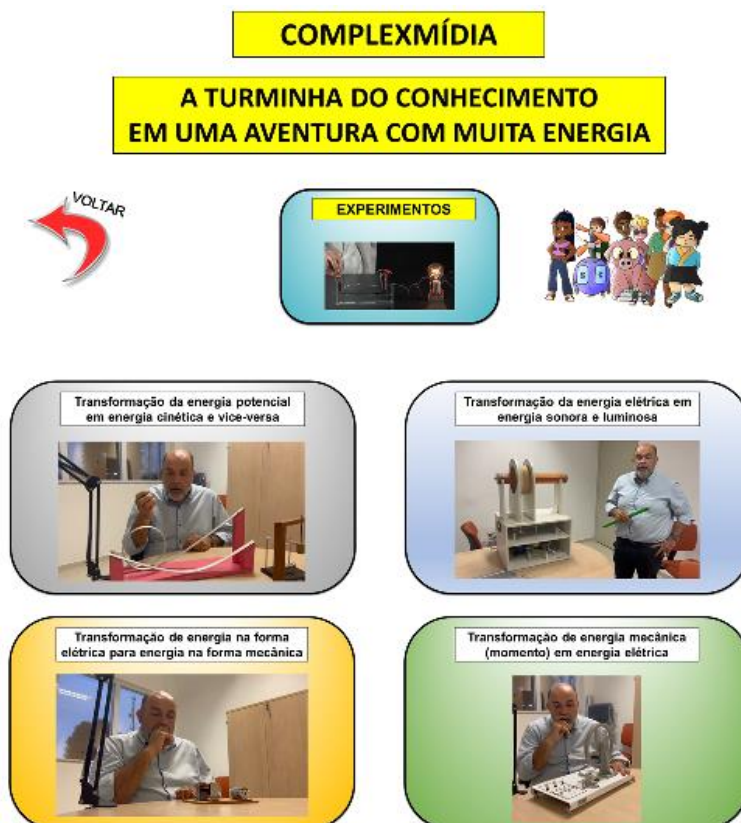
problema do mundo por uma demanda cada vez maior por energia, principalmente considerando que há, ainda, muitas famílias que não dispõem desse recurso?

A intenção é que a história em quadrinhos possa se constituir em um convite motivador para que os estudantes, por meio da leitura, sintam-se interessados em se envolver com os demais recursos que estão disponíveis na ComplexMídia.

4.2.2 Experimentos

A aba "Experimentos" foi concebida com a missão de proporcionar uma jornada que pudesse ser envolvente e cativante para os alunos. Neste espaço virtual, os estudantes serão conduzidos por uma série de experimentos minuciosamente elaborados e explicados pelo renomado professor Dr. Marco Aurélio Alvarenga Monteiro. Cada experimento, cuidadosamente selecionado, tem como propósito explorar e elucidar de forma instigante e didática temas correlacionados a Energia e Transformação de Energia.

Figura 6 - Experimentos – Transformação de Energia



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Essa seção não apenas oferece uma apresentação visual de cinco experimentos envolventes, mas também se destaca por transformar o aprendizado em uma experiência instigante. Cada experimento, de forma única, desvenda os princípios fundamentais subjacentes à energia, ajudando e esclarecendo aos alunos os conceitos de transformação, conversão de energia. A abordagem aqui adotada é demonstrativa; nosso objetivo foi instigar a curiosidade dos alunos e suscitar dúvidas que possam ser posteriormente discutidas em sala de aula, proporcionando um aproveitamento enriquecedor para os professores.

No cerne dessa proposta, vislumbramos uma colaboração excepcional entre o conhecimento teórico e a prática experimental, proporcionando aos alunos uma compreensão abrangente sobre a natureza e as aplicações da energia. Para uma imersão mais profunda nesse universo, convidamos os aprendizes a explorar, experimentar e compreender as nuances de cada experiência apresentada.

Para melhor contextualizar a magnitude desses experimentos, conduziremos uma análise mais detalhada, desvendando os elementos que compõem cada um dos cinco experimentos disponíveis em nosso aplicativo. Ao fazê-lo, almejamos não apenas informar, mas também inspirar a próxima geração de pensadores e cientistas a se apaixonarem pelo estudo fascinante da energia e suas transformações.

4.2.2.1 Bobina de Tesla:

Figura 7 - Experimento Bobina de Tesla



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Descrição:

No experimento conduzido, empregamos uma bobina de Tesla caseira desenvolvida pelo Prof. Dr. Marco Aurélio. Essa bobina opera em conjunto com um transformador, que converte a tensão padrão da tomada de 127 V para uma elevada voltagem de 13.000 V. A corrente gerada por essa tensão é conduzida por um fio condutor, enrolado ao longo de um cilindro de madeira. No interior desse cilindro, encontra-se uma segunda bobina revestida com numerosas espirais de fio fino e extenso de cobre.

Essa segunda bobina, embora não tenha contato físico com a bobina principal ou os fios provenientes do transformador, está posicionada precisamente no centro geométrico da bobina maior alimentada pelo transformador. Devido a essa disposição, a segunda bobina é submetida a uma corrente induzida, responsável por romper a barreira dielétrica do ar e gerar um feixe luminoso de plasma. Esse plasma, ao aproximar-se do contato de uma lâmpada fluorescente segurada pelo professor, a energiza, resultando na iluminação da lâmpada. Este fenômeno é observado com clareza enquanto a lâmpada fluorescente é segurada nas mãos do professor durante o experimento.

O ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) da ONU que poderá ser trabalhado através desse experimento é:

ODS 7 (Energia Acessível e Limpa) ao promover o entendimento da eletricidade, incentivando a busca por fontes limpas e sustentáveis.

4.2.2.2 Motor Elétrico

Figura 8 - Motor Elétrico



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Descrição:

Neste fascinante experimento, exploramos os princípios fundamentais da força de Lorentz por meio de um motor elétrico caseiro. A base teórica do experimento reside na força exercida por um campo magnético sobre uma carga pontual em movimento, conhecida como força de Lorentz.

O sistema é alimentado por uma pilha do tipo D, fornecendo uma tensão de 1,5V. Um fio condutor, conectado à pilha, conduz a corrente elétrica para uma pequena bobina de cobre estrategicamente posicionada no interior de um campo magnético gerado por dois ímãs. Ao fechar o circuito, a corrente elétrica na bobina induz uma força de Lorentz, resultando em um torque que faz com que a bobina inicie um movimento rotacional em torno do eixo ao qual está presa.

Este experimento oferece uma demonstração visual impressionante do funcionamento de um motor elétrico. A conversão da energia química presente na pilha é evidenciada, à medida que ela se transforma em energia elétrica no fio condutor e, posteriormente, em energia mecânica durante a rotação da bobina. O fenômeno observado ilustra vividamente a transformação de diferentes formas de energia ao longo do processo, proporcionando uma experiência educativa e envolvente sobre os princípios fundamentais da eletricidade e do magnetismo.

Relação com ODS: contribui para o ODS 7 ao promover o conhecimento sobre eficiência energética e a importância da eletricidade em atividades diárias.

4.2.2.3 Conversão de Energia Potencial Gravitacional em energia Cinética

Figura 9 - Experimento Desafiando a Gravidade



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Descrição:

No intrigante experimento em questão, utilizamos uma rampa metálica habilmente construída em forma de trilho, culminando em um desafiador loop. O objetivo central é explorar a conversão de energia potencial gravitacional em energia cinética à medida que uma pequena bolinha é posicionada em uma altura específica e liberada para percorrer o trilho.

O processo inicia-se ao posicionar a bolinha em uma determinada altura da rampa, onde a energia potencial gravitacional é armazenada. Ao soltá-la, a influência da gravidade entra em cena, acelerando a bolinha à medida que ela percorre o trilho. A altura inicial da liberação torna-se crucial, pois determina se a energia cinética adquirida será suficiente para permitir que a bolinha complete o desafiador loop no final da trajetória.

Este experimento não apenas ilustra de forma tangível os princípios fundamentais da conservação de energia, mas também proporciona uma experiência visual envolvente ao observar a transição entre diferentes formas de energia. O desafio adicionado do loop inclui um elemento empolgante, incentivando uma análise cuidadosa das condições iniciais para garantir o sucesso da trajetória da bolinha. Este é um exemplo fascinante de como a Física pode ser explorada de maneira prática e educativa.

Relação com ODS: Contribui para o ODS 7, destacando a diversidade de formas de energia e promovendo uma compreensão mais ampla das fontes disponíveis.

4.2.2.4 Funcionamento de um Gerador: Manivela Geradora de Energia

Figura 10 - Manivela Geradora de Energia



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Descrição:

Neste instigante experimento, exploramos a construção caseira de um gerador elétrico. O dispositivo é iniciado por uma roda que pode ser girada manualmente através de uma manivela presa a um eixo em seu interior. Essa roda possui um trilho ao longo do qual uma correia é estendida, conectando-se à um dínamo. O dínamo é um dispositivo capaz de gerar eletricidade quando seu eixo é girado a uma velocidade específica.

A explicação fundamental para esse fenômeno reside na Lei de Faraday-Lenz. Conforme estabelecido por essa lei, a variação no fluxo de campo magnético através de materiais condutores induz a geração de uma corrente elétrica. No contexto do experimento, ao girar a manivela e, por conseguinte, a roda, a correia em movimento altera o campo magnético dentro do dínamo. Essa variação no fluxo magnético, por sua vez, induz a geração de corrente elétrica no interior do dínamo, que por sua vez alimenta o sistema e ascendem as lâmpadas leds.

O experimento não apenas ilustra de maneira tangível os princípios da Lei de Faraday-Lenz, mas também demonstra a conversão de energia mecânica, proveniente do movimento da manivela, em energia elétrica. Este é um exemplo prático e educativo de como podemos criar e compreender geradores elétricos simples, explorando os fundamentos do eletromagnetismo e da conversão de energia.

Este experimento também se relaciona com os seguintes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS):

ODS 7 (Energia Acessível e Limpa): Todos os experimentos contribuem para a compreensão e promoção de práticas energéticas sustentáveis.

ODS 9 (Infraestruturas Resilientes e Inovação): Destaca a importância da inovação na exploração de novas formas de geração de energia.

ODS 12 (Padrões de Produção e Consumo Sustentáveis): Enfatiza a necessidade de compreender e utilizar a energia de maneira sustentável.

Esses experimentos não apenas fornecem conhecimento técnico, mas também promovem a conscientização sobre a importância da energia sustentável, alinhando-se com diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

4.2.2.5 O Pêndulo de Newton

Figura 11 - O pêndulo de Newton



Fonte: Elaborado pelo autor (2024)

Descrição:

Neste fascinante experimento com o pêndulo de Newton, cinco bolinhas idênticas estão suspensas individualmente por fios que passam pelo seu interior. Para iniciar o experimento, basta levantar uma das bolinhas da extremidade e soltá-la. O resultado é uma série de eventos dinâmicos que ilustram conceitos fundamentais da Física.

Ao ser solta, a bolinha inicial converte sua energia potencial gravitacional em energia cinética ao cair, e ao colidir com a bolinha adjacente, transfere não apenas energia, mas também quantidade de movimento para o sistema. Esse processo faz com que a bolinha na extremidade oposta se eleve à mesma altura, em um ciclo contínuo.

Durante a análise do experimento com os alunos, o professor pode destacar vários conceitos importantes:

1. Conservação da energia mecânica: ao levantar a bolinha, armazenamos energia potencial gravitacional, que é convertida em energia cinética durante o movimento descendente;
2. Conservação do momento linear: o choque entre as bolinhas resulta na transferência total de energia e momento linear para a bolinha na extremidade oposta;

3. Ação e reação: a observação do choque entre as bolinhas exemplifica o princípio de ação e reação.
4. Perdas de energia na prática: o professor pode enfatizar que, na prática, o movimento não seria infinito devido às perdas de energia. O som gerado pelo choque das bolinhas é um exemplo visível dessas perdas, indicando a transformação da energia mecânica em energia sonora e, conseqüentemente, uma redução na intensidade do movimento das bolinhas.

Este experimento não apenas cativa a atenção dos alunos, mas também fornece uma oportunidade valiosa para explorar conceitos importantes da Física de maneira prática e visual.

4.2.3 Simulações

Na seção "Simuladores" do aplicativo ComplexMidia, a proposta é embarcar em uma jornada educativa única, conectando-se a uma variedade de simuladores interativos desenvolvidos pela renomada Universidade do Colorado, EUA, disponíveis no site PHET. Esses simuladores abrangem disciplinas como Física, Química, Biologia e Matemática, sendo open source e acessíveis por qualquer dispositivo com conexão à internet.

Ao explorar essa seção, os alunos se deparam com uma experiência envolvente, em que o aprendizado se assemelha a uma aventura lúdica, desafiadora e exploratória. Muitos desses simuladores incorporam elementos de jogos, convidando os usuários a "brincarem" com conceitos complexos e tornando o processo educativo mais profundo e prazeroso.

Os benefícios educacionais proporcionados pelos simuladores são vastos e impactantes. Transformando a aprendizagem em uma experiência interativa e divertida, essas ferramentas incentivam os alunos a explorar e experimentar autonomamente, estimulando o desenvolvimento de habilidades críticas e o pensamento independente. Além disso, ao apresentar situações complexas de maneira visual e prática, os simuladores despertam a curiosidade natural dos alunos, inspirando-os a fazer perguntas e buscar explicações, contribuindo significativamente para o processo de aprendizado.

A Física, muitas vezes considerada desafiadora, é frequentemente percebida assim devido à exigência de uma certa capacidade de abstração que nem todos os alunos conseguem atingir em uma sala de aula convencional. É nesse contexto que os simuladores desempenham um papel crucial, eliminando as barreiras impostas pela abstração.

Uma vez superadas essas barreiras, aprender Física torna-se mais acessível e facilmente correlacionado com a prática e a realidade ao nosso redor. Por fim, os simuladores atuam como verdadeiros catalisadores para a imaginação, proporcionando uma abordagem única para entender conceitos científicos complexos e promovendo uma educação mais dinâmica e envolvente.

Ao integrar essas inovadoras ferramentas em nosso aplicativo, buscamos efetivamente contribuir para transformar o cenário educacional, oferecendo aos alunos uma visão do futuro do aprendizado, onde a interatividade e a diversão convergem para tornar o conhecimento mais acessível, inspirador e significativo.

4.2.4 Livro Digital

Dentro desta seção do aplicativo, apresentamos a concepção de um material didático em formato digital, meticulosamente elaborado para atender às diversas demandas e perfis de estudantes. Essa iniciativa visa preencher lacunas identificadas no processo educacional, beneficiando tanto os alunos com afinidade por conhecimento avançado quanto aqueles que enfrentam desafios, seja por limitações estruturais, escassez de recursos ou pelas circunstâncias adversas de sua educação.

Para os estudantes avançados, nossa proposta é oferecer um conteúdo mais aprofundado, que possa ser capaz de transcender o currículo tradicional. Buscamos proporcionar explicações mais elaboradas e informações complementares, com o objetivo de estimular a curiosidade intelectual e promover um aprendizado mais enriquecedor.

Concomitantemente, dedicamos esforços consideráveis para atender às necessidades dos alunos que enfrentam obstáculos. Essa seção visa fornecer suporte educacional adicional, sendo uma alternativa viável em situações desfavoráveis, como a carência de recursos, deficiências na estrutura educacional ou adversidades pessoais. Nosso foco é apresentar uma abordagem didática simplificada, tornando conceitos complexos acessíveis e compreensíveis.

Esta seção, como todo o projeto, é orientada pelo nosso compromisso e pela esperança de democratizar o acesso ao conhecimento. Pensamos em propor um recurso educacional que buscasse de maneira inclusiva permitir que todos os alunos, independentemente de suas circunstâncias, possam se beneficiar de uma aprendizagem flexível e adaptativa.

Assim, a seção "Livro Digital" espera representar e simbolizar um avanço no cenário educacional digital, promovendo um enriquecimento do aprendizado por meio de uma abordagem mais próxima do aluno, caracterizada por sua acessibilidade e qualidade.

4.2.5 Projetos de robótica

Nesta seção do aplicativo, nosso objetivo é incentivar e fornecer as orientações necessárias para que os alunos possam colocar em prática conceitos de robótica educacional por meio de projetos com Arduino. Os projetos abrangem desde a automação do acionamento das luzes de um poste até a compreensão prática de como dispositivos podem monitorar e alertar sobre o esquecimento de portas abertas em geladeiras.

Para isso utilizaremos de componentes eletrônicos como o já citado Arduino, buzzers, leds, Fotorresistores (LDR), interruptores (Pushbuttons), resistores, protoboard e Sensores Ultrassônicos. A ligação e montagem desses componentes é disponibilizada dentro do próprio aplicativo, de duas formas diferentes, a primeira em vídeo, fazendo a montagem e a colocação de cada um dos componentes do projeto, e a segunda por meio de uma diagramação feita pelo TinkerCad, onde é possível visualizar onde cada componente eletrônico deve de ser ligado.

A fim de tornar o processo todo acessível, compreensível e didático, utilizará o sistema de programação em blocos disponibilizado dentro do próprio TinkerCad, deste modo não é necessário ter conhecimentos avançados de programação, pois a interface toda é bem fluida dentro do aplicativo e bastante intuitiva, o que torna bem simples e acessível realizar a programação desejada.

Deste modo, esperamos com essa sessão oferecer uma oportunidade de transmitir conceitos físicos, por meio de uma abordagem que visa ir além, integrando a educação de forma significativa ao cotidiano dos alunos. Acreditamos que a verdadeira emancipação educacional ocorre quando os conceitos aprendidos em sala de aula se entrelaçam com a realidade diária. Dessa maneira, os alunos não apenas compreendem a importância da economia de energia, mas também adquirem conhecimento sobre os meios, ferramentas e tecnologias disponíveis para auxiliá-los nessa tarefa.

4.3 METODOLOGIA DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados de nossa pesquisa consistiu de entrevistas que realizamos como professores de diferentes turmas do Ensino Fundamental – anos finais de escolas públicas de um município do interior localizado no Vale do Paraíba, no interior do Estado de São Paulo – Brasil.

Para tanto, apresentamos a ComplexMidia no contexto de um curso de formação continuada de professores que oferecemos para rede de ensino desse município do interior paulista.

O curso foi ministrado para 12 professores que ministravam a disciplina de ciências no Ensino Fundamental – Anos Finais.

O curso ministrado teve uma carga horária de 30 horas e envolveu os seguintes conteúdos:

1. Globalização da Economia, Problemas Sociais e Demandas Educacionais (3 horas):
 - Apresentação dos impactos da globalização na educação: discussão sobre problemas sociais contemporâneos e sua relação com o Ensino de Ciências.
2. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e Ensino Crítico (3 horas):
 - Introdução aos ODS propostos pela ONU;
 - Exploração da conexão entre os ODS e o Ensino de Ciências voltado para a formação cidadã;
 - Estratégias para incorporar uma abordagem crítica nas aulas de Ciências.
3. BNCC e Ensino por Habilidades e Competências (3 horas):
 - Análise da BNCC e sua aplicação no Ensino de Ciências;
 - Discussão sobre a importância do desenvolvimento de habilidades e competências;
 - Atividades práticas para alinhar os objetivos da BNCC com o conteúdo curricular.
4. Contextualização e Problematização (3 horas):
 - Importância da contextualização e problematização no ensino de Ciências;
 - Exploração do papel das histórias em quadrinhos como ferramenta pedagógica;

- Exemplos práticos de como incorporar esses elementos no planejamento de aulas.

5. Experimentação no Ensino de Ciências (3 horas):

- Valorização da experimentação como estratégia de ensino;
- Desenvolvimento e realização de experimentos simples;
- Discussão sobre a integração de experimentação no contexto escolar.

6. Robótica Educacional e Ensino STEAM (10 horas):

- Introdução aos conceitos de Robótica Educacional e STEAM;
- Exemplos práticos de atividades STEAM para o Ensino de Ciências;
- Discussão sobre os benefícios da abordagem STEAM.

7. ComplexMidia de Energia (5 horas):

- Apresentação detalhada da ComplexMidia de energia;
- Demonstração de cada componente (quadrinhos, livro digital, vídeos, simulações, projetos robóticos);
- Exploração das possibilidades de uso em sala de aula.

Após a finalização do curso, apresentamos nossa ideia de pesquisa e questionamos quem gostaria de aplicar a ComplexMidia em uma de suas aulas para, depois, participar de uma entrevista em grupo focal para avaliar o recurso utilizado.

Sete professores aceitaram o convite e aplicaram a ComplexMidia em situação real de sala de aula com seus alunos. Contudo, só compareceram para fazer parte da entrevista com o grupo focal 5 professores.

4.4 ENTREVISTAS POR GRUPO FOCAL

Dirce Stein Backes Juliana Silveira Colomé** Rolf Herdmann Erdmann*** Valéria Lerch Lunard*

Para Baskes *et.al.* (2011) pesquisa com grupo focal é uma abordagem qualitativa que se destaca como uma valiosa fonte de informações, proporcionando uma compreensão mais

aprofundada de fenômenos por meio da geração de novas concepções e da análise aprofundada de ideias. Este método, fundamentado em uma perspectiva dialética, busca objetivos comuns, incentivando a colaboração e a ação crítica e criativa por parte dos participantes.

Segundo esses autores, o grupo focal se desenvolve em encontros onde os participantes, trabalhando como uma equipe, exploram e trocam experiências sobre uma temática específica. Ou seja, ao invés dos dados serem coletados por meio de uma entrevista feita individualmente, diferentemente, no modelo de grupo focal, as perguntas são feitas não individualmente a cada entrevistado, mas em grupo, de modo a promover debates mais ricos e aprofundados, permitindo que os participantes ouçam diversas opiniões, mudem de posição e fundamentem suas ideias de maneira mais robusta.

Além disso, há que considerar que não há respostas tácitas, curtas, em que se oferece pouco material para a análise.

Esta técnica de grupo focal tem sido utilizada mais amplamente para explorar as concepções e experiências dos participantes, proporcionando uma análise não apenas do que as pessoas pensam, mas também de como e por que pensam assim, uma vez que o grupo focal facilita a discussão de temas muitas vezes evitados, gerando comentários mais críticos e estimulando a participação ativa, especialmente de participantes extrovertidos (Baskes *et.al.*, 2011).

Esses autores afirmam ainda que os grupos focais apresentam as seguintes vantagens:

- Estímulo ao debate e troca de experiências;
- Possibilidade de problematização e discussão profunda;
- Exploração de concepções, pensamentos e razões por trás das opiniões;
- Facilitação da discussão de temas evitados;
- Contraste com métodos que demandam opiniões sobre assuntos não previamente refletidos.

Para realizar um grupo focal, Baskes *et.al.* (2011) afirma que a equipe de coordenação do grupo focal desempenha um papel crucial, planejando, avaliando e redirecionando os encontros conforme necessário. O coordenador deve esclarecer a dinâmica, os aspectos éticos e estimular o debate, enquanto o observador registra a dinâmica, auxilia nas discussões e monitora o equipamento de gravação.

Para efeito de análise dos resultados, toda a videogravação realizada foi devidamente transcrita.

4.5 METODOLOGIA DE ANÁLISE DE DADOS

Como o *corpus* do nosso trabalho se constituiu das falas transcritas dos professores, estabelecidas no contexto do grupo focal, os dados de nossa pesquisa foram analisados a partir da Análise de Conteúdo realizada a partir da perspectiva de Bardin (2011).

A Análise de Conteúdo é uma abordagem metodológica amplamente utilizada em pesquisas qualitativas. Portanto, essa técnica de análise oferece um suporte robusto para investigar e compreender o significado subjacente estabelecido no processo de comunicação entre pessoas.

Como destaca Bardin (2011), a Análise de Conteúdos surgiu nos Estados Unidos há meio século como uma ferramenta cujo intuito era realizar um "desvendar crítico". Inicialmente, essa técnica foi aplicada em estudos sobre material jornalístico, discursos políticos, cartas, publicidades, romances e relatórios oficiais, buscando descrever significados, a partir de uma interpretação objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo extraído das comunicações. Muito utilizada em pesquisas sociológicas, psicológicas e, mais atualmente, educacionais.

A autora explica que processo metodológico da Análise de Conteúdo evolve quatro etapas: a pré-análise, a exploração do material, a codificação e inferência.

1. Pré-análise:

Organização do *corpus* da pesquisa: nesta fase, o pesquisador organiza o material a ser analisado, estabelecendo o corpus da pesquisa. É crucial selecionar documentos relevantes e aplicar critérios como exaustividade, representatividade, homogeneidade, pertinência e exclusividade;

Formulação de hipóteses e indicadores: durante a pré-análise, o pesquisador formula hipóteses, antecipando explicações para o fenômeno observado. Também são elaborados indicadores que orientarão a interpretação final.

2. Exploração do material:

Leitura flutuante: uma leitura inicial e exploratória do material é realizada, permitindo que o pesquisador desenvolva hipóteses e objetivos da pesquisa. Essa etapa é crucial para compreender o conteúdo global antes de uma análise mais detalhada;

Escolha de índices e indicadores: após a leitura flutuante, o pesquisador escolhe um índice organizado em indicadores, facilitando a exploração e análise posterior.

3. Tratamento dos resultados:

Codificação: o processo de codificação envolve a transformação sistemática dos dados, onde unidades de registro são escolhidas. Essas unidades podem ser temas, palavras ou frases. A codificação é um recorte que será a base da pesquisa;

Enumeração de regras: são selecionadas regras de contagem para avaliar a presença ou ausência de elementos. Critérios como frequência, intensidade, direção (favorável, neutra ou desfavorável), ordem e co-ocorrência são considerados na enumeração de regras.

4. Inferência:

Polos de comunicação: a inferência é orientada pelos polos de comunicação, incluindo emissor, receptor, mensagem e canal. Esses polos ajudam a descobrir novos temas e dados, comparando enunciados e ações para encontrar semelhanças e diferenças;

Temática proposição: Bardin destaca a importância das proposições, que são enunciados gerais baseados em dados. Ao contrário de conceitos, as proposições são consideradas verdadeiras ou falsas, derivadas de um estudo mais cuidadoso e aprofundado dos dados.

5. Interpretação dos dados:

Retorno ao referencial teórico: na fase de interpretação dos dados, o pesquisador retorna ao referencial teórico, embasando as análises e dando sentido à interpretação. As inferências buscam revelar o que está por trás dos significados das palavras, proporcionando uma interpretação em profundidade.

A seguir, no próximo capítulo, apresentamos os dados obtidos nas entrevistas realizadas no contexto do grupo focal.

5 RESULTADOS

A presente pesquisa se propôs a investigar a percepção e experiência de professores de Ciências do Ensino Fundamental em relação à ComplexMidia, uma ferramenta inovadora no contexto do ensino.

Para avaliar a fala dos professores, utilizamos a técnica de Análise de Conteúdo, sob a perspectiva de Bardin (2011). Nesse contexto, elaboramos um quadro em que se destacam as principais categorias de análise que identificamos durante a etapa de leitura flutuante, alguns excertos representativos das falas dos professores em que justificamos a análise das categorias que identificamos, bem como comentários analíticos que dizem respeito a avaliação dos professores.

Nosso intuito, foi o de identificar padrões, desafios e *insights* emergentes, enriquecendo a percepção dos professores sobre como a ComplexMidia contribui ou não para o Ensino de Ciências no Ensino Fundamental.

Quadro 1 – Análise de Conteúdo na Perspectiva de Bardin

CATEGORIAS	EXCERTOS DAS FALAS DOCENTES	COMENTÁRIOS ANALÍTICOS
RELEVÂNCIA E FACILIDADE DE USO	Professor 1- "Achei bem legal, viu? Essa coisa de juntar tudo num lugar só facilita nossa vida." (...) Ajuda a gente oferecendo os recursos que a gente não tem na escola, como laboratório, o experimento. Professor 3: Eu também achei interessante. Traz muitas facilidades para gente que não tem muito recurso disponível.	Os professores destacam a relevância do ComplexMidia ao centralizar recursos, evidenciam os recursos disponíveis na ComplexMidia que são úteis e que eles não dispõem na realidade escolar.
	Professor 2 – "Gostei da abordagem interdisciplinar, abre a possibilidade para falar de história, de geografia." Professor 1: “ (...) A parte interdisciplinar é boa mesmo, não	A abordagem interdisciplinar é bem recebida pelos professores, ressaltando a oportunidade de explorar diferentes disciplinas, contribuindo para uma visão integrada do conhecimento. É

ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR	é? A gente sempre ouve que precisa ser interdisciplinar e não há recursos para gente conseguir isso.” Professor 3 – “(...) Queria destacar essa facilidade que a ComplexMidia traz de propor atividades interdisciplinares, porque não é mesmo fácil de você encontrar atividades propostas com esse tipo de característica.	evidenciado, também, que apesar de ser muito exaltada a necessidade de abordagens interdisciplinares, poucos exemplos e recursos são oferecidos aos professores para que essa prática seja implementada.
CONTEXTUALIZAÇÃO E PROBLEMATIZAÇÃO	Professor 2 – “Foi show! Os alunos conseguiram ver como aquilo se aplica na vida deles.” Professor 3 – “Gostei bastante da história em quadrinhos contextualizando o conhecimento que a gente está ensinando no cotidiano deles. Isso é uma pergunta deles sempre, não é? Onde é que eu vou usar isso de verdade.”	A abordagem de contextualização e problematização foi valorizada pelos professores, indicando que essa estratégia contribui para o interesse dos alunos ao demonstrar a aplicação prática dos conceitos científicos em suas vidas.
ENGAJAMENTO DOS ALUNOS	Professor 2 – “Com certeza! Os alunos ficaram mais ligados, queriam explorar mais os conteúdos.” Professor 5 – “Concordo. Achei que realmente deu uma mexida nos alunos porque não é só ficar falando de teoria (...)”	Houve a observação contundente dos professores sobre o maior engajamento dos alunos nas atividades durante o uso da ComplexMidia. E isso é uma indicação positiva, reforçando o potencial do recurso também em motivar os estudantes.
NECESSIDADE DE DESIGN MAIS ATRAENTE	Professor 2 – “A ideia é boa, mas se o <i>design</i> fosse mais atrativo, ia chamar mais atenção dos alunos.”	Não foi uma observação generalizada, mas foi destacado que os recursos poderiam ser uma qualidade gráfica melhor para deixar os estudantes mais interessados.
	Professor 4 – “Senti falta de umas orientações mais detalhadas, especialmente nas partes de	Apesar da percepção positiva sobre a ComplexMídia e do curso de formação continuada de

CARÊNCIA DE ORIENTAÇÕES PARA USO	robótica." Professor 3 – "(...)Inclusive, acho que seria bom se tivesse um guia de planejamento de como usar (...)". Professor 4 – "Foi bacana, mas senti falta de umas orientações mais detalhadas, especialmente nas partes de robótica."	professores tratando e apresentando o recurso, os docentes, de forma geral, indicaram a falta de orientações detalhadas para implementação efetiva do recurso e sala de aula, destacando a importância de direcionamentos específicos, principalmente em áreas mais complexas, como a questão da robótica.
LIMITAÇÕES NA EXECUÇÃO OFFLINE	Professor 4 – "Uma coisa que me preocupa é que o negócio deveria rodar sempre offline. Acho bom pra não dar brecha pros alunos ficarem na internet."	Houve a citação de um professor sobre a necessidade de se operar offline a ComplexMidia, tendo em vista a preocupação em se evitar distrativos online. Contudo, essa opinião não foi aceita de forma geral, houve divergências sobre essa questão entre os professores.
FLEXIBILIDADE E NECESSIDADE DE ORIENTAÇÕES	Professor 5 – "Acho bom ser assim. Facilita demais para a gente, eu acho. Dá liberdade para você fazer como quiser." Professor 2 – "Essa coisa de personalização é bem interessante mesmo. Eu fiz de um jeito, mas depois, a já estava com umas ideias de fazer diferente."	Apesar de haver comentários docentes sobre a necessidade de um guia de orientações é preciso destacar que a flexibilidade do recurso foi compreendida como uma vantagem.
AValiação e Sugestões de Melhoria	Professor 5 – "Gostei das atividades, mas precisamos de um guia pra avaliação." Professor 4 – "Só precisa deixar claro como isso se encaixa no currículo, né? Às vezes, fica meio solto. Eu até sei, mas poderia ter descrito como isso aparece na BNCC, isso iria facilitar."	A necessidade de orientações claras para avaliação é apontada, indicando que os professores desejam um suporte estruturado para avaliar o desempenho dos alunos utilizando a ComplexMidia. Sugere-se também a inclusão de sugestões de experimentos mais acessíveis e orientações relativas a

	Professor 1 – “E tem que ser algo que dê pra aplicar mesmo nas escolas mais simples, sem muitos recursos. Por exemplo, aqueles experimentos, será que não dava para ter umas sugestões de como fazer experimentos de forma mais simples e barata?”	planejamentos coerentes com as indicações da BNCC.
--	--	--

Fonte: Produção pelo próprio autor

Essa análise destaca aspectos positivos e áreas de melhoria percebidos pelos professores na implementação da ComplexMidia em suas aulas. A usabilidade, *design* atraente, orientações detalhadas, abordagem interdisciplinar e a flexibilidade são consideradas pontos fortes, enquanto sugestões para melhorias incluem *design* visual mais atrativo, direcionamentos mais claros para implementação, orientações para avaliação e considerações sobre a operação offline. Esses *insights* são valiosos para aprimorar o recurso, visando uma implementação mais efetiva no contexto educacional.

Algo que ficou bem claro nas falas docentes é que, de fato, faltam recursos em sala de aula para que os professores possam inovar em sala de aula. Há, inclusive, uma falta de propostas disponíveis aos professores, haja vista que eles destacam que sabem da importância da contextualização e da interdisciplinaridade, mas que não há exemplos e recursos disponíveis para a realização dessa proposta de forma efetiva.

Os resultados da análise de conteúdo nas falas dos professores no grupo focal corroboram com os princípios e desafios discutidos nos referenciais teóricos como podemos ver na discussão dos dados a seguir. A recepção positiva à ComplexMidia e as sugestões de melhoria estão alinhadas com as discussões sobre HQs, Robótica Educacional e a abordagem STEAM, destacando a importância da contextualização, interdisciplinaridade, flexibilidade e suporte estruturado para a implementação efetiva de recursos educacionais digitais.

Apresentaremos a seguir uma discussão sobre as categorias identificadas nas falas dos professores a partir da Análise de Conteúdo do grupo focal, que avaliou o uso da ComplexMidia em sala de aula, e dos referenciais teóricos que utilizamos nesse trabalho.

1. Relevância e facilidade de uso: os depoimentos enfatizando a centralização de recursos e a facilidade proporcionada pela ComplexMidia corroboram com a premissa de que

recursos digitais, quando bem estruturados, podem suprir carências na infraestrutura escolar, evidenciando a pertinência da abordagem STEAM (Albuquerque, Marinho, Nery, 2021);

2. Abordagem interdisciplinar: a apreciação da abordagem interdisciplinar, destacando a oportunidade de explorar diferentes disciplinas, é congruente com a proposta STEAM de integração do conhecimento, enfrentando a carência de recursos para práticas interdisciplinares (Bacich e Holanda, 2020);

3. Contextualização e problematização: a ênfase na contextualização e problematização, ressaltando a aplicação prática dos conceitos científicos no cotidiano dos alunos, alinha-se com a valorização da narrativa das HQs como facilitadora do interesse dos estudantes (Feitosa *et al.*, 2020; Vergueiro, 2011);

4. Engajamento dos alunos: a observação do maior engajamento dos alunos durante o uso da ComplexMidia reforça a eficácia da abordagem STEAM e da prática da robótica educacional em tornar o aprendizado mais dinâmico e motivador, indo além da teoria para cativar os estudantes de maneira prática (Bacich e Holanda, 2020);

5. Necessidade de *design* mais atraente: a sugestão de um *design* mais atrativo destaca a importância estética na educação, remetendo às considerações sobre a linguagem visual nas HQs e na Robótica Educacional (Vergueiro, 2011; Albuquerque, Marinho e Nery, 2021);

6. Carência de orientações para uso: a falta de orientações detalhadas, especialmente em áreas complexas como a robótica, destaca a necessidade de suporte estruturado para a implementação efetiva do recurso, evidenciando a importância de direcionamentos claros (Albuquerque, Marinho e Nery, 2021; Dourado e Marcon, 2017);

7. Flexibilidade e necessidade de orientações: a compreensão da flexibilidade do recurso como uma vantagem reflete a perspectiva STEAM de personalização, mas a necessidade de um guia de orientações aponta para a importância do equilíbrio entre flexibilidade e suporte estruturado (Bacich e Holanda, 2020);

8. Avaliação e sugestões de melhoria: as demandas por um guia de avaliação e orientações claras para conectar a ComplexMidia à BNCC sinalizam a preocupação dos professores com estratégias para mensurar o desempenho dos alunos e alinhar o recurso ao currículo, reforçando a busca por aplicabilidade prática (Albuquerque, Marinho e Nery, 2021).

Diante dos dados obtidos e analisados e considerando os referenciais teóricos, a ComplexMidia emerge como um recurso valioso, capaz de abordar lacunas educacionais e promover práticas alinhadas com a abordagem STEAM. Sua capacidade de envolver os

alunos, contextualizar conteúdos e proporcionar uma experiência interdisciplinar é evidente. Contudo, as sugestões dos professores, incluindo melhorias no design, orientações detalhadas e maior conexão com a BNCC, destacam áreas passíveis de aprimoramento. Dessa forma, a ComplexMidia demonstra ser uma ferramenta promissora, cujo potencial pode ser plenamente realizado com ajustes específicos para atender às necessidades práticas e pedagógicas dos professores e dos alunos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa se dedicou à elaboração de uma ferramenta educacional chamada ComplexMidia. Para a elaboração desta ferramenta, foram levados em conta os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável traçados pela ONU, além de práticas que foram implementadas em outros países e que obtiveram sucesso, como o ensino STEAN, prática em que é possível integralizar conteúdos de Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática, se mostra uma poderosa ferramenta que pode contribuir para combater a fragmentação escolar, como nos é mostrado por Bacich e Holanda, 2020.

No início do projeto, nos deparamos com queixas comuns dos estudantes, indicando que o aprendizado de Física e Ciências era percebido como abstrato e distante da realidade. Essas impressões foram atribuídas à falta de laboratórios de ciências, espaços que poderiam engajar, instigar e aproximar os alunos dos conteúdos aprendidos em sala de aula. Acreditamos que, ao oferecer esse tipo de ambiente, as queixas dos alunos poderiam ser reduzidas.

Nossas preocupações foram validadas ao consultar o último Censo Escolar de 2019, que revelou que apenas 42,1% das Escolas Públicas de Ensino Médio possuíam laboratórios de Ciências e apenas 8,6% das Escolas Públicas de Ensino Fundamental tinham esses recursos (Brasil, 2020). Esses dados não apenas corroboram as queixas dos alunos, mas também destacam os desafios enfrentados por eles.

Frente a esse panorama, apresentamos a concepção de uma mídia educacional destinada a alunos e professores, com o intuito de sensibilizar os estudantes acerca da importância dos temas abordados em sala de aula e aproximá-los desses conteúdos por meio da apresentação de situações-problema inseridas em Histórias em Quadrinhos. Nesse contexto, nossa expectativa é que o aluno transcenda seu papel tradicional como mero receptor passivo de conhecimento, adquirindo a liberdade e espaço necessários para assumir o protagonismo e desempenhar um papel ativo na construção de seu próprio entendimento.

Essa proposta abrange a participação prática dos alunos, envolvendo-os no desenvolvimento de pequenos projetos de robótica que auxiliem na correlação com os tópicos discutidos durante as aulas. Essa abordagem visa não apenas transmitir conhecimento teórico, mas também fomentar uma compreensão prática e aplicada dos conceitos. Tendo esses

critérios como diretrizes, buscamos ousadamente elaborar uma ferramenta que não apenas contribua para o processo educacional, mas também almeje ser inovadora.

Desta forma, foi apresentado a professores do Ensino Fundamental em um município do interior do Vale do Paraíba, São Paulo, Brasil, um curso de formação continuada que abordou temas como globalização, ODS, BNCC, contextualização, experimentação, robótica educacional e STEAM, culminando com uma apresentação detalhada da ComplexMidia de Energia.

Posteriormente, sete professores aceitaram aplicar a ComplexMidia em suas aulas, com cinco participando de entrevistas por grupo focal. Este método qualitativo foi escolhido por sua capacidade de proporcionar compreensão aprofundada e estimular debates ricos, como destacado por Baskes *et.al.* (2011).

As entrevistas foram analisadas utilizando a metodologia de Análise de Conteúdo de (Bardin, 2011), com destaque para a pré-análise, exploração do material, tratamento dos resultados, inferência e interpretação dos dados.

No exame dos resultados, foram destacados pontos favoráveis na utilização do ComplexMidia, como a relevância e facilidade de uso da ferramenta, sua abordagem interdisciplinar, a contextualização e problematização proporcionadas, assim como o aumento do engajamento dos alunos. Contudo, também se identificaram áreas a serem melhoradas, como a necessidade de um design mais atrativo, orientações mais detalhadas para uso, limitações na execução offline, flexibilidade e necessidade de direcionamentos mais claros.

Ao conduzir entrevistas e colher críticas dos professores, obtivemos *insights* cruciais sobre como a ferramenta é recebida e utilizada na prática, proporcionando uma compreensão mais abrangente do impacto no ambiente educacional. Essas descobertas não apenas alimentam o contínuo aprimoramento da ComplexMidia, mas também oferecem perspectivas preciosas para o desenvolvimento de estratégias pedagógicas mais eficazes no Ensino de Ciências no Ensino Fundamental.

A análise das falas docentes ressalta o potencial da ComplexMidia em suprir lacunas educacionais e promover práticas alinhadas com a abordagem STEAM, uma vez que estamos imersos na era da revolução tecnológica, revolução essa que é fundamentada nos avanços da informática, telecomunicação e robótica (Albuquerque, Marinho e Nery, 2021).

A ferramenta em questão se mostra interessante na medida em que representa um passo em direção as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs), que são cada vez

mais essenciais nas escolas brasileiras, demandando adaptações para promover interação e engajamento dos alunos (Cardoso e Araújo, 2021).

Diante do exposto e das reflexões tecidas, a ComplexMidia destaca-se como uma tentativa válida e uma ferramenta promissora, cuja efetividade pode ser potencializada por meio de ajustes específicos, considerando as sugestões valiosas dos professores. Estes *insights* são cruciais para o aprimoramento contínuo do recurso, visando uma implementação mais eficaz e alinhada às necessidades reais de professores e alunos no contexto educacional.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, P. V. M.; MARINHO, M. G. S. M. C.; NERY, J. E. Análise da pesquisa em HQs no Brasil: a contribuição da ECA-USP. **Intexto**, Porto Alegre, n. 52, jan./dez. 2021. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/intexto/article/view/103980>. Acesso em: 19 dez. 2023
- ARAÚJO, M. S. T. D.; ABIB, M. L. V. D. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/PLkjm3N5KjnXKgDsXw5Dy4R/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 dez. 2024.
- BACICH, L.; HOLANDA, L. **STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica**. São Paulo: Penso, 2020.
- BACKES, D. S.; COLOMÉ, J. S.; ERDMANN, R. H.; LUNARD, V. L. Grupo focal como técnica de coleta e análise de dados em pesquisas qualitativas. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, v. 35, n. 4, ago./set. 2011. Disponível em: https://bvs.saude.gov.br/bvs/artigos/grupo_focal_como_tecnica_coleta_analise_dados_pesquisa_qualitativa.pdf. Acesso em: 20 dez. 2023
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BEZERRA NETO, R. P.; ROCHA, D. P.; SANTANA, A. M.; SOUZA, A. A. S. Robótica na educação: uma revisão sistemática dos últimos 10 anos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO - SBIE, 2015, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: SBIE, 2015.
- CARDOSO, R. M. R.; ARAÚJO, C. S. T.; RODRIGUES, O. S. Digital Information and Communication Technologies - TDICs: teacher-student-content mediation. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 10, n. 6, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15647>. Acesso em: 19 dez. 2023.
- CASTRO, G. F.; QUEIROZ, G. A formação inicial de professores de física a partir da prática de projetos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS - VIENPEC, 2007, Santa Catarina. **Anais [...]**. Santa Catarina: ABRAPEC, 2007.
- COUSO, Di. Per a què estem a STEM? Un intent de definir l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors. **Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària**, Barcelona, n. 34, p. 22-30, dez. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5565/rev/ciencies.403>. Acesso em: 04 jan. 2024.
- DOURADO, I. P.; MARCON, T. Paulo Freire um clássico da educação: contribuições epistêmicas, políticas e pedagógicas. **Reflexão e Ação**, Santa Cruz do Sul, v. 25, n. 2, p. 84-100, mai./ago. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.17058/rea.v25i2.8774>. Acesso em: 05 de jan. 2024.

FEITOSA, S. S.; ARAÚJO, K. M.; SILVA, M. S.; NOBRE, F. A. S. Uma sequência didática utilizando a literatura de cordel e a arte das histórias em quadrinhos para inserção de tópicos de Física Quântica no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Pernambuco, v. 37, n. 2, p. 662-294, ago. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n2p662>. Acesso em: 05 jan. 2024

FERNANDES, N. M. M. C.; ZANON, D. A. V. Integração entre robótica educacional e abordagem STEAM: desenvolvimento de protótipos sobre a temática responsabilidade social e sustentabilidade. **Dialogia**, São Paulo, n. 40, p. e21600, mar. 2022. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/dialogia/article/view/21600>. Acesso em: 05 jan. 2024.

LENGEL, J. G. **Education 3.0: seven sttpeps to better schools**. Nova York: Teachers College Press, 2013.

LORENZIN, M. P. **Sistemas de atividade, tensões e transformações em movimento na construção de um currículo orientado pela abordagem STEAM**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Faculdade de Ciências Biológicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

MAIA, A. A. **O ensino de filosofia e o bullying: entre o currículo e as aulas**. 2019. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

MARTINS, E. K. **Histórias em quadrinhos no ensino de ciências: uma experiência para o ensino do sistema nervoso**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) – Faculdade de Ciências, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2012.

MARTINS, I. Revisitando orientações CTS|CTSA na educação e no ensino das ciências. **APEduC Revista**, Portugal, v. 1, n. 1, p. 13-29, abr. 2020. Disponível em: <https://apeduc revista.utad.pt/index.php/apeduc/article/view/63>. Acesso em: 05 jan. 2024.

MINOZZO, L. C.; CUNHA, G. F.; MACHADO SPÍNDOLA, M. The importance of training for the use of information technologies in the pedagogical practice of science teachers. **Interdisciplinary Journal of Applied Science**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 22–25, 2016. Disponível em: <https://sou.ucs.br/revistas/index.php/rcaucs/article/view/15>. Acesso em: 10 fev. 2024.

MONTEIRO, M. A. A.; MONTEIRO, I. C. C.; GERMANO, J. S. E.; FRETZ JUNIOR, S. Protótipo de uma atividade experimental para o estudo da cinemática realizada remotamente. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 191–208, abr. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2013v30n1p191>. Acesso em: 10 jan. 2024.

NARDI, R. Memórias da educação em ciências no Brasil: a pesquisa em ensino de Física. **Investigações em Ensino de Ciências**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 63-101, mar. 2005. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/523>. Acesso em: 10 jan. 2024.

ONU NEWS. **Lixo eletrônico é um “tsunami crescente” que expõe 18 milhões de crianças**. Nova York: ONU News, 2021. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2021/06/1753752>. Acesso em: 05 jan. 2024.

OSPENNIKOVA, E.; ERSHOV, M.; ILJIN, I. Educational Robotics as an Inovative Educational Technology. **Procedia: Social and Behavioral Sciences**, Amsterdam, v. 214, p. 18-26, jun. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042815059431>. Acesso em: 15 fev. 2024.

PAULETTI, F.; GALLE, L. A. V. A abordagem ciência-tecnologia-sociedade-ambiente a partir de perguntas dos estudantes sobre combustíveis. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, Passo Fundo, v. 2, n. 2, fev. 2020. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/9670>. Acesso em: 20 jan. 2024.

SANTOS, F. C.; SOBRAL JUNIOR, G. A. A dimensão da robótica educacional como espaço educativo. **Dialogia**, São Paulo, n. 34, p. 50-65, jan./abr. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5585/Dialogia.N34.16715>. Acesso em: 06 jan. 2024.

SILVÉRIO, L. B. R.; REZENDE, L. A. O valor pedagógico das histórias em quadrinhos no percurso do docente de Língua Portuguesa. In: JORNADA DE DIDÁTICA - O ENSINO COMO FOCO - CEMAD, 2012, Paraná. **Anais [...]**. Paraná: CEMAD, 2012.

VERGUEIRO, W. De marginais a integrados: o processo de legitimação intelectual dos quadrinhos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA – ANPUH, 26., 2011, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: ANPUH, 2011.

APÊNDICE A - ENTREVISTA

Interação dos professores com o entrevistador durante o grupo focal:

Moderador: Olá a todos, Bom dia! Vamos começar nossa discussão sobre a ComplexMidia. A primeira pergunta é sobre a percepção geral. Queria ouvir a opinião de cada um aqui. Vamos começar pelo Professor 1, qual é a sua visão sobre a relevância da ComplexMidia no Ensino de Ciências?

Professor 1: Olha, eu achei bem legal, viu? Essa coisa de juntar tudo num lugar só facilita nossa vida. Mas, sabe, acho que podiam dar um trato no visual, deixar mais bonito, atrair mais os alunos.

Professor 2: Concordo contigo. A ideia é boa, mas se o *design* fosse mais atrativo, ia chamar mais atenção dos alunos.

Professor 3: Eu também achei interessante. Traz muitas facilidades para gente que não tem muito recurso disponível. Gostei bastante da história em quadrinhos contextualizando o conhecimento que a gente está ensinando no cotidiano deles. Isso é uma pergunta deles sempre, não é? Onde é que eu vou usar isso de verdade. Então e achei bem legal. Inclusive, acho que seria bom se tivesse um guia de planejamento de como usar ou de formar diferentes de usar o recurso para a gente, assim até os colegas que não foram treinados iam conseguir usar.

Moderador: Ótimo ponto, Professor 3. Falando em treinamento, como foi para vocês a experiência ao aplicar a ComplexMidia em sala de aula?

Professor 4: Foi bacana, mas senti falta de umas orientações mais detalhadas, especialmente nas partes de robótica. A gente fez com você no curso, você explicou tudinho, o vídeo tem tudo lá explicadinho, mas como a gente não tem o hábito, na hora bate a insegurança. Mas, acho importante isso na escola pública, as escolas particulares já tão usando isso, e a gente aqui não pode ficar pra trás.

Professor 5: Concordo, mais treinamento ia ser show. A gente precisa de prática para dar segurança, na aula com os alunos bate insegurança. E se não der certo?

Professor 2: Eu queria falar que gostei da abordagem interdisciplinar, abre a possibilidade para falar de história, de geografia, o hoje, do passado e até do futuro. Dá para falar de educação ambiental, preservação do meio-ambiente. Isso é ótimo, porque a gente sempre pede isso e raramente encontra materiais assim pronto para a gente aplicar.

Moderador: Certo. Mas como vocês acha que a ComplexMidia pode contribuir para melhorar a qualidade do Ensino de Ciências?

Professor 1: Acho que já falamos disso. É o que o pessoal já falou aqui. Ajuda a gente oferecendo os recursos que a gente não tem na escola, como laboratório, o experimento. A parte interdisciplinar é boa mesmo, não é? A gente sempre ouve que precisa ser interdisciplinar e não há recursos para gente conseguir isso. Acho só que isso podia ser mais divulgado, mostrar pras escolas como é possível integrar as disciplinas.

Professor 3: Sim, eu acho que a ComplexMidia ajuda a resolver parte do problema da falta de recursos. Queria destacar essa facilidade que a ComplexMidia traz de propor atividades interdisciplinares, porque não é mesmo fácil de você encontrar atividades propostas com esse tipo de característica. Só precisa adaptar mais pra nossa realidade aqui nas escolas públicas.

Professor 4: Uma coisa que me preocupa é que o negócio deveria rodar sempre offline. Acho bom pra não dar brecha pros alunos ficarem na internet, mas tem que garantir que vai funcionar direito, não é?

Moderador: É um ponto importante isso? Vocês acham que deveria ser offline?

Professor 5: É porque os alunos podem entrar em outras sites e não fazer a atividade.

Professor 1: Eu acho que depende do modo que você está trabalhando em sala de aula. Se deixar o aluno por conta própria sim. Mas em grupo, tendo eles uma tarefa? Acho mais difícil ele olhar em outro site.

Professor 2: Acho que limitar o uso da internet não é bom. Acho que você sempre pode precisar consultar algo. Eu acho que seria bom deixar com rodando aberto.

Moderador: Excelente gente. Mas falando em experiência na implementação, como foi aplicar a ComplexMidia em suas aulas?

Professor 3: Foi legal, os alunos gostaram. Mas senti falta de umas orientações mais práticas do que fazer em aula. No curso a gente aprendeu sobre a ComplexMídia. Mas não como a gente poderia usar, de que modo. Mas fiz do meu jeito e funcionou, os alunos curtiram, viu? Engajaram mais quando usamos os vídeos de robótica. Mas acho que um professor que não fez o curso iria ficar com dificuldade.

Professor 2: Essa coisa de personalização é bem interessante mesmo. Eu fiz de um jeito, mas depois, a já estava com umas ideias de fazer diferente. Acho que isso vai depender dos alunos, de como eles são, de como reagem.

Professor 4: Só precisamos garantir que todos os professores estejam preparados pra usar. Um treinamentozinho constante seria bom.

Moderador: Ok. Ainda nesse aspecto da flexibilidade, como você acha que isso influencia a dinâmica da sala de aula? A flexibilidade não é boa, é melhor fazer algo direcionado de como usar em sala de aula?

Professor 5: Eu acho bom ser assim. Facilita demais para gente eu acho. Dá liberdade para você fazer como quiser. Cada aluno pode acessar do jeito que se sente mais confortável, não é? Isso muda a dinâmica pra melhor.

Professor 4: Mas precisamos garantir que todos entendam como usar isso. Às vezes, falta esse suporte pra gente. Não estamos muito acostumados com o uso desses recursos.

Professor 2: Então, eu acho bom porque eu tive uma ideia de fazer e fiz, durante a aula pensei em outra possibilidade. E depois que a aula acabou eu pensei em muitos outros jeitos que poderiam também ser legais.

Professor 4: Talvez pudesse ser flexível assim, mas pudesse ter orientações de sugestões de uso com os alunos para os professores que não tiverem tantas ideias assim.

Moderador: Muito bem. E sobre a abordagem de contextualização e problematização, como vocês acham que isso influenciou o interesse dos alunos pelos conceitos científicos?

Professor 2: Ah, foi show! Os alunos conseguiram ver como aquilo se aplica na vida deles. Bem mais interessante do que só teoria.

Professor 3: E acho que ajuda a relacionar os conceitos com problemas reais. Isso é fundamental pro aprendizado.

Professor 5: Eu acho que a História em Quadrinhos é uma grande ideia: é divertido, fácil de ler, resumido, fácil de entender.

Professor 4: Só precisa deixar claro como isso se encaixa no currículo, né? Às vezes, fica meio solto. Eu até sei, mas poderia ter descrito como isso aparece na BNCC, isso iria facilitar.

Moderador: Tem alguma coisa que eu não perguntei aqui que vocês acham importante destacar na ComplexMidia? Algo que faltou? Que vocês sentiram falta?

Professor 5: Essa é uma boa pergunta. Gostei das atividades, mas precisamos de um guia pra avaliação, acho que uma indicação de como avaliar seria legal.

Professor 1: E tem que ser algo que dê pra aplicar mesmo nas escolas mais simples, sem muitos recursos. Por exemplo, aqueles experimentos, será que não dava para ter umas sugestões de como fazer experimentos de forma mais simples e barata?

Professor 3: Concordo com o colega sobre a avaliação. Se tivermos um guia de avaliação, ajuda demais.

Professor 4: acho que a gente poderia avaliar como sempre avaliou. Depois de usarem o recurso a gente dá uma prova, por exemplo. Mas como isso está inovando de um modo interessante, talvez vocês poderiam sugerir um modo inovador de avaliar também.

Moderador: Ótimas considerações, Professor 4. Você tem razão. E agora, encerrando nossa discussão, vocês perceberam alguma mudança no engajamento dos alunos após a utilização da ComplexMidia?

Professor 2: Com certeza! Os alunos ficaram mais ligados, queriam explorar mais os conteúdos. Foi bem positivo.

Professor 4: Os alunos ficaram mesmo mais motivados e interessados em aula. Mas, de novo, precisamos garantir que todos os professores estejam a bordo. Não adianta só alguns usarem e outros não. Fica desproporcional na escola. Outros professores na escola ficaram perguntando porque os alunos comentam com os de outra sala.

Professor 5: Concordo. Achei que realmente deu uma mexida nos alunos porque não é só ficar falando de teoria. Tem a relação com o dia a dia, tem o experimento que eles viram lá, claro que o ideal era ter na realidade, mas o vídeo já ajuda muito e tem os desafios da robótica. Eles gostaram sim.

Moderador: Pessoal, muito obrigado. Agradeço a todos por suas contribuições valiosas. Vamos levar essas informações para aprimorar o uso da ComplexMidia e garantir uma implementação mais efetiva em nossas escolas. Vamos voltar com novidades. Muito obrigado a todos!