



INSTITUTO FEDERAL
Paraíba

Campus
João Pessoa

**INSTITUTO FEDERAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLÓGICA – PROFEPT
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**

JOSEILSON GONÇALVES DA CUNHA

**DO INVISÍVEL AO ESSENCIAL: A FÍSICA MODERNA DAS RADIAÇÕES NO
ENSINO MÉDIO INTEGRADO**

João Pessoa

2025

JOSEILSON GONÇALVES DA CUNHA

**DO INVISÍVEL AO ESSENCIAL: A FÍSICA MODERNA DAS RADIAÇÕES NO
ENSINO MÉDIO INTEGRADO**



Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Profissional e Tecnológica, ofertado pelo campus João Pessoa do Instituto Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação Profissional e Tecnológica.

Orientador: Dr. Allysson Macário de Araújo Caldas

João Pessoa

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP
Biblioteca Nilo Peçanha – IFPB, *campus* João Pessoa

C972d Cunha, Joseilson Gonçalves da.
Do invisível ao essencial: a física moderna das radiações no ensino médio integrado / Joseilson Gonçalves da Cunha. – 2025.
97 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB / Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica - ProfEPT.

Orientador: Prof. Dr. Alysson Macário de Araújo Caldas.

1. Física Moderna. 2. Educação Profissional e Tecnológica.
3. Ensino de Física I. Título.

CDU 355.233.2:53

JOSEILSON GONÇALVES DA CUNHA

**DO INVISÍVEL AO ESSENCIAL: A FÍSICA MODERNA DAS RADIAÇÕES NO ENSINO MÉDIO
INTEGRADO**

DISSERTAÇÃO submetida ao Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT), do Instituto Federal da Paraíba (IFPB), linha de pesquisa: "Práticas Educativas em EPT", em cumprimento aos requisitos institucionais para a obtenção do Título de **MESTRE**.

Aprovado em 28 de outubro de 2025.

Membros da Banca Examinadora:

Prof. Dr. Allysson Macário de Araújo Caldas

Instituto Federal da Paraíba (IFPB)

Orientador

Prof. Dr. Luis Gomes de Moura Neto

Instituto Federal da Paraíba (IFPB)

Examinador interno

Prof. Dr. Kleber Lima César

Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Examinador externo

Documento assinado eletronicamente por:

- **Allysson Macario de Araujo Caldas**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 29/10/2025 20:23:51.
- **Kleber Lima César**, PROFESSOR DE ENSINO SUPERIOR NA ÁREA DE ORIENTAÇÃO EDUCACIONAL, em 29/10/2025 20:35:12.
- **Luis Gomes de Moura Neto**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 31/10/2025 09:29:07.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 28/10/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código 786244
Verificador: e431af1f45
Código de Autenticação:



Dedico este trabalho à minha esposa, companheira incansável em todos os momentos, pelo amor, compreensão e apoio que tornaram possível cada conquista desta caminhada.

E à minha filha, fonte de inspiração e alegria diária, cuja presença me motiva a buscar sempre o melhor, acreditando na força transformadora do conhecimento e na importância de sonhar e persistir.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a todos os professores que participaram da pesquisa, pela disponibilidade, pelas valiosas contribuições e pelo comprometimento em compartilhar suas experiências e percepções sobre o uso do e-book “Do Micro-ondas ao Raio X: Radiações e suas aplicações cotidianas na Física Moderna”.

Estendo meus sinceros agradecimentos ao meu orientador, pela paciência, dedicação e pela orientação segura em cada etapa deste percurso. Sua orientação foi essencial para o amadurecimento deste trabalho e para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

Agradeço também aos alunos que participaram da pesquisa, pela colaboração e entusiasmo demonstrados durante o desenvolvimento e a aplicação do produto educacional. O envolvimento e as reflexões de cada um foram fundamentais para validar esta proposta e confirmar o potencial da educação como instrumento de transformação.

A todos que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste estudo, deixo minha gratidão e reconhecimento.

RESUMO

A pesquisa teve como objetivo desenvolver, aplicar e avaliar um produto educacional — o e-book *“Do Micro-ondas ao Raio X: Radiações e suas aplicações cotidianas na Física Moderna”* — voltado ao ensino de Física Moderna no contexto da Educação Profissional e Tecnológica (EPT). A proposta partiu da necessidade de aproximar conteúdos científicos complexos da realidade dos estudantes de cursos técnicos integrados, promovendo uma aprendizagem significativa e contextualizada com o mundo do trabalho. O estudo seguiu abordagem qualitativa e descritiva, fundamentada em referenciais sobre o Ensino Médio Integrado, interdisciplinaridade e uso de tecnologias digitais. Para coleta de dados, foram aplicados três questionários: o primeiro, com docentes, buscou avaliar a relevância e aplicabilidade do material; o segundo, com discentes, antes do uso do e-book, sondou o conhecimento prévio sobre os temas; e o terceiro, após a leitura, analisou os impactos do produto na aprendizagem. Os resultados indicaram ampla aceitação do e-book, destacando-se sua clareza textual, qualidade visual e potencial pedagógico. Professores e alunos reconheceram a contribuição do material para a compreensão dos conceitos de Física Moderna e para a integração entre teoria e prática. Constatou-se que o e-book favoreceu o interesse dos discentes e fortaleceu a interdisciplinaridade entre Física, Biologia e Tecnologia. Conclui-se que o produto educacional constitui um recurso inovador e eficaz, capaz de dinamizar o ensino de Física e contribuir para uma formação crítica, integrada e significativa na Educação Profissional e Tecnológica.

Palavras-chave: Ensino de Física. Educação Profissional e Tecnológica. E-book. Física Moderna. Aprendizagem significativa.

ABSTRACT

The research aimed to develop, implement, and evaluate an educational product—the e-book "From Microwaves to X-Rays: Radiations and Their Everyday Applications in Modern Physics"—aimed at teaching Modern Physics in the context of Vocational and Technological Education (EPT). The proposal stemmed from the need to bring complex scientific content closer to the realities of students in integrated technical courses, promoting meaningful learning contextualized to the world of work. The study followed a qualitative and descriptive approach, grounded in frameworks for Integrated High School Education, interdisciplinarity, and the use of digital technologies. Three questionnaires were administered to collect data: the first, with teachers, sought to assess the material's relevance and applicability; the second, with students, before using the e-book, probed their prior knowledge of the topics; and the third, after reading, analyzed the product's impact on learning. The results indicated broad acceptance of the e-book, highlighting its textual clarity, visual quality, and pedagogical potential. Teachers and students recognized the material's contribution to understanding Modern Physics concepts and integrating theory and practice. The e-book sparked student interest and strengthened the interdisciplinary approach between Physics, Biology, and Technology. The conclusion is that the educational product is an innovative and effective resource, capable of streamlining Physics teaching and contributing to critical, integrated, and meaningful development in Vocational and Technological Education.

Keywords: Physics Teaching. Vocational and Technological Education. E-book. Modern Physics. Meaningful Learning.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Clareza e coerência textual.....	53
Gráfico 2 - Adequação do conteúdo.....	53
Gráfico 3- Atualidade e relevância.....	54
Gráfico 4 - Potencial do material.....	55
Gráfico 5- Qualidade visual e gráfica	56
Gráfico 6- Uso adequado da linguagem científica	57
Gráfico 7- Contribuição para o ensino da física	58
Gráfico 8- potencial para usar em sala de aula	59
Gráfico 9- E-Book favorece a interdisciplinaridade	60
Gráfico 10- Recomendações	61
Gráfico 11- Relacionando a teoria da relatividade	63
Gráfico 12- Sobre Mecânica quântica.....	64
Gráfico 13- Sobre Fóton.....	65
Gráfico 14- Sobre efeito fotoelétrico	67
Gráfico 15- conhecimento sobre os cientistas da física moderna.....	68
Gráfico 16- Sobre raios-X ou ressonância magnética	70
Gráfico 17- Sobre desenvolvimento da física moderna.....	71
Gráfico 18 - Sobre fóton.....	73
Gráfico 19-Sobre teoria da relatividade.....	74
Gráfico 20 – Sobre funcionamento efeito fotoelétrico	75
Gráfico 21– Sobre a radiação ultravioleta.....	77
Gráfico 22- Sobre ressonância magnética e suas relações	78
Gráfico 23- Sobre mecânica quântica e comportamento.....	79
Gráfico 24- Sobre fundadores da mecânica quântica.....	80
Gráfico 25- fenômenos associados	81
Gráfico 26- Explicação dos fenômenos	82
Gráfico 27- O modelo do átomo	83
Gráfico 28- Sobre mecânica quântica	84
Gráfico 29 - Sobre tempo e espaço	85
Gráfico 30- Sobre as tecnologias modernas.....	86
Gráfico 31- Sobre o conteúdo do E-book.....	87
Gráfico 32- Linguagem	88
Gráfico 33- Sobre a parte gráfica	89
Gráfico 34- Recomendação	90

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1 Ensino Médio Integrado e Formação Técnica	19
2.1.1 O Ensino de Física na Educação Profissional.....	22
2.1.2 Fundamentos Pedagógicos para a Interdisciplinaridade no Ensino Técnico	24
2.1.3 Currículo Integrado e Práticas Pedagógicas Inovadoras	26
2.2 Física Moderna e Contemporânea: Conceitos e Aplicações	28
2.2.1 Ensino de Física Moderna no Currículo Escolar	30
2.4 Produtos Educacionais e Inovação na EPT	37
2.5 Formação Docente para o Ensino de Ciências na EPT	40
2.6 Avaliação da Aprendizagem em Propostas Interdisciplinares	42
3 METODOLOGIA	45
3.1 Contexto da Investigação, Sujeitos e Procedimentos de Coleta	48
3.2 Desenvolvimento e Validação do Produto Educacional.....	50
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
4.2 PARTE 1 - Questionário aplicado aos docentes para avaliação do e-book.....	53
4.2 PARTE 2 - Questionário de sondagem aplicado aos discentes.....	63
4.3 PARTE 3- Avaliação dos discentes sobre o livro	87
5. PRODUTO EDUCACIONAL	91
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
REFERÊNCIAS.....	94

1 INTRODUÇÃO

O ensino de Física na educação profissional e técnica apresenta falhas antigas relacionadas à sua prática e conteúdo, especialmente em cursos integrados. Ainda é normal a presença de métodos tradicionais, baseados na memorização de fórmulas e na solução automática de exercícios, o que colabora no desinteresse dos alunos e na baixa compreensão da disciplina. Garcia (1995) percebeu, já na década de 90, que o ensino de Física nas escolas técnicas pouco mudava em comparação ao ensino médio comum. Moreira (2011) aponta, neste sentido, que falta estratégias de ensino que levem em conta as peculiaridades dos estudantes da EPT, o que dificulta a construção de um saber útil e aplicável.

A ideia do Ensino Médio Integrado, usada pelas escolas da Rede Federal, visa superar essa fragmentação por meio da articulação entre a formação básica e a formação técnica. Contudo, essa ligação nem sempre funciona bem uma vez que a matéria Física, em particular, ainda é ensinada, no limite, desconectada do contexto e realidade dos estudantes, o que atrapalha sua função formativa dentro do currículo ligado. Souza e Penido (2020) veem que muitos professores têm dificuldades em mudar sua prática. Já Costa Júnior et al. (2017) apontam que o grande número de reprovação em Física está associado, dentre muitos fatores, à falta de maneiras que contribuam para a compreensão dos assuntos por meio da vida profissional dos alunos.

Neste cenário, a utilização da radiologia como recurso pedagógico para o ensino da Física Moderna e Contemporânea surge como uma proposta relevante. Ao trabalhar conceitos como radiações, estruturas atômicas e proteção radiológica em um contexto prático, alinhado à formação técnica dos alunos, é possível promover uma aprendizagem mais contextualizada. Soares (2008) destaca a importância de compreender os fundamentos físicos dos processos de diagnóstico por imagem para garantir uma atuação segura e eficiente na área. Bonifácio Júnior (2008) complementa que o domínio desses conteúdos permite ao aluno integrar teoria e prática, favorecendo seu desempenho acadêmico e profissional.

A incorporação de tecnologias digitais ao ensino tem se mostrado uma alternativa eficaz para superar as limitações estruturais enfrentadas por muitas instituições, como a ausência de laboratórios físicos. O uso de e-books, simulações e laboratórios virtuais permite que os estudantes explorem os fenômenos físicos de

forma ativa e visual, favorecendo o entendimento e a retenção dos conceitos. Lima e Santos (2020) argumentam que o uso pedagógico das tecnologias digitais torna o ensino mais atrativo e compatível com a linguagem dos estudantes contemporâneos. Filho et al. (2011) indicam que os recursos digitais promovem um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e participativo, importante para a formação crítica e técnica dos alunos da EPT.

A proposta deste trabalho está em consonância com os princípios e diretrizes do Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT), em especial com a linha de pesquisa “Práticas Educativas em Educação Profissional e Tecnológica”. Soares (2018) defende que a produção de recursos didáticos inovadores e acessíveis deve ser prioridade na EPT, considerando a diversidade de perfis dos estudantes e a constante evolução tecnológica. Pacheco (2011) enfatiza o papel dos Institutos Federais na promoção de práticas pedagógicas integradas, que associem ciência, tecnologia e trabalho.

A pesquisa proposta teve origem na constatação de que alunos dos cursos técnicos integrados, particularmente nas áreas de eletrônica e eletrotécnica, enfrentam dificuldades na compreensão dos conteúdos de Física Moderna, especialmente quando esses são tratados de forma abstrata e desconectada de suas futuras atividades profissionais. Souza (2022) ressalta a importância de propostas interdisciplinares que aproximem os conteúdos científicos do contexto formativo dos estudantes. Ramos (2014) reforça que a formação técnica deve estar articulada com a compreensão dos fundamentos científicos que estruturam as práticas profissionais.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo geral implementar o uso da radiologia como uma ferramenta didático-pedagógica inovadora para melhorar a compreensão e o ensino de conceitos de Física Moderna no ambiente escolar. No processo de construção dessa proposta, busca-se identificar as principais dificuldades dos alunos em compreender e aplicar fenômenos físicos; promover a interdisciplinaridade em atividades que combinem conteúdos de Física, Radiologia e Tecnologia, fomentando uma aprendizagem contextualizada e integrada; avaliar o impacto educacional do uso da radiologia como ferramenta didática no desempenho dos alunos e no seu entendimento dos conceitos científicos envolvidos; e, por fim, desenvolver materiais didáticos digitais que integrem conteúdos de radiologia e Física, oferecendo aos estudantes uma visão prática e aplicada da teoria abordada em sala de aula.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A história da Educação Profissional e Tecnológica (EPT) no Brasil remonta a um contexto de organização social voltado à formação para o trabalho, com ênfase em práticas operacionais e técnicas destinadas a atender às demandas do modelo econômico vigente. Tendo em vista que a industrialização brasileira do século XX exigiu a formação de mão de obra qualificada, o Estado passou a criar instituições que oferecessem esse tipo de ensino, ainda que dissociado da formação geral dos indivíduos (Ramos, 2014). Por um lado, esse modelo atendia à lógica produtiva do mercado, e, por outro, mantinha a separação entre a formação técnica e a formação intelectual, reproduzindo desigualdades estruturais históricas. Conforme argumenta Moura (2014), essa segmentação contribuiu para consolidar uma visão dualista da educação, na qual a EPT ocupava um lugar secundário em relação ao ensino considerado propedêutico.

A criação das Escolas de Aprendizes Artífices, em 1909, marcou o início formal da institucionalização da educação profissional no país. Essas escolas foram concebidas com a finalidade de oferecer formação técnica de curta duração para jovens oriundos das camadas populares. Embora esse movimento tenha representado um avanço no acesso à educação, é importante destacar que a estrutura curricular era voltada para habilidades operacionais, com baixa densidade teórica e poucas possibilidades de continuidade formativa (Oliveira Junior, 2008). Nesse contexto, a EPT foi historicamente tratada como uma formação de segunda ordem, voltada à inserção rápida no mercado de trabalho e distante da construção crítica do conhecimento.

Com o passar das décadas, ocorreram mudanças significativas nas políticas públicas de educação profissional, especialmente a partir da década de 1990. A promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB nº 9.394/1996 trouxe novos princípios para a articulação entre a formação geral e técnica, propondo a valorização da EPT como parte integrante da educação básica (Brasil, 1996). No entanto, mesmo com os avanços legais, a implementação efetiva dessa articulação ainda se deparou com diversos obstáculos de ordem política, pedagógica e institucional. Conforme destaca Pacheco (2011), a ausência de uma política de formação docente específica para a EPT dificultou a concretização dos ideais previstos na legislação.

Um marco importante para a consolidação da EPT foi a criação da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, por meio da Lei nº 11.892/2008, que instituiu os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia (Brasil, 2008). Essa rede foi concebida com a proposta de integrar ensino, pesquisa e extensão, promovendo a formação humana integral, politécnica e omnilateral. Dessa forma, buscou-se romper com a fragmentação histórica entre teoria e prática, que marcou negativamente a trajetória da educação técnica no país. Conforme destaca Soares (2018), a criação dos Institutos Federais representou uma tentativa de consolidar uma política pública capaz de articular formação técnica com desenvolvimento científico e tecnológico, voltada para as especificidades regionais e sociais.

A estrutura curricular da EPT nos Institutos Federais foi planejada com base em três eixos formativos: o trabalho, a ciência e a tecnologia. Esse modelo visa formar sujeitos capazes de compreender criticamente a realidade, intervir nela de forma criativa e atuar profissionalmente com autonomia e responsabilidade social (Pacheco, 2011). No entanto, a efetivação desses princípios requer condições concretas de trabalho docente, infraestrutura adequada e uma proposta pedagógica coerente com os objetivos formativos. Moura (2014) salienta que muitos professores ainda enfrentam dificuldades para realizar práticas pedagógicas integradas, em virtude da sobrecarga de trabalho, da ausência de formação pedagógica específica e das limitações de recursos materiais.

Neste sentido, a concepção da EPT articulada ao ensino médio regular, conhecida como Ensino Médio Integrado (EMI), constitui uma das principais inovações promovidas pela política educacional brasileira. Essa modalidade propõe a superação da dicotomia entre formação geral e formação profissional, por meio de uma proposta curricular unificada que considere a totalidade da formação humana (Ramos, 2014). Entretanto, essa integração depende de uma profunda mudança cultural e pedagógica nas instituições de ensino. Conforme observa Souza (2022), os desafios ainda são numerosos, especialmente no que diz respeito à construção de projetos curriculares que favoreçam a interdisciplinaridade e o diálogo entre os componentes formativos.

Tanto o marco legal da EPT quanto a estrutura organizacional dos Institutos Federais apontam para a valorização da formação integral. No entanto, práticas educativas fragmentadas ainda são comuns, especialmente quando o currículo é organizado de forma estanque entre disciplinas técnicas e disciplinas da base comum.

Essa fragmentação compromete a proposta de articulação entre ciência, tecnologia e trabalho, uma vez que os estudantes tendem a compreender os saberes de forma isolada e descontextualizada (Moreira, 2017). Lima e Santos (2020) ressaltam que, para que a formação técnica seja de fato integrada, é importante utilizar metodologias ativas e tecnologias digitais que possibilitem a mediação entre os diferentes campos do saber.

A EPT, portanto, encontra-se em um momento de transição entre uma concepção tradicional, centrada em habilidades operacionais, e uma abordagem mais abrangente, que busca integrar competências técnicas, científicas e humanas. Tendo em vista as rápidas transformações tecnológicas, sociais e econômicas que marcam o século XXI, torna-se importante repensar as finalidades da educação profissional, com vistas à formação de sujeitos capazes de lidar com a complexidade e a diversidade dos contextos contemporâneos (Jacinto, 2009). Nesse cenário, os Institutos Federais se destacam como espaços privilegiados para a produção de práticas pedagógicas inovadoras, desde que apoiados por políticas públicas de valorização docente, infraestrutura adequada e liberdade curricular orientada por princípios democráticos.

Conforme argumenta Soares (2018), a consolidação da EPT como parte da educação básica exige o reconhecimento de que essa modalidade não se resume à formação para o mercado, mas à construção de uma base científica e técnica articulada com valores sociais, culturais e éticos. O desafio, nesse sentido, está em garantir que os projetos pedagógicos estejam alinhados a uma concepção ampliada de formação, que envolva tanto o desenvolvimento de competências técnicas quanto a formação crítica e reflexiva dos estudantes. Dessa forma, é necessário que os professores da EPT sejam estimulados e capacitados a trabalhar de modo interdisciplinar, promovendo a integração dos conteúdos e a contextualização dos saberes em relação à prática social e ao mundo do trabalho.

2.1 Ensino Médio Integrado e Formação Técnica

O Ensino Médio Integrado (EMI) configura-se como uma proposta de formação que articula os conhecimentos da educação básica às competências técnicas e profissionais, estruturando um currículo único e integrado. Essa modalidade representa uma alternativa à fragmentação histórica do ensino médio, que

tradicionalmente separava a formação propedêutica da formação profissional. Tendo em vista que a Constituição Federal de 1988 reconhece a educação como um direito social e um instrumento de emancipação, o EMI busca materializar esse princípio por meio de uma proposta formativa que abranja tanto os saberes acadêmicos quanto os conhecimentos relacionados ao mundo do trabalho (Ramos, 2014). Conforme argumenta Moura (2014), essa integração exige a superação da lógica dualista que historicamente orientou a organização curricular das instituições de ensino.

Por um lado, a implementação do EMI visa ampliar o acesso ao conhecimento científico e técnico de forma integrada, e, por outro, enfrenta o desafio de modificar práticas pedagógicas ainda pautadas por modelos disciplinares e segmentados. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei n.º 9.394/1996) prevê que a educação profissional possa ser oferecida de forma articulada com o ensino médio, o que confere respaldo legal à organização do EMI nas instituições da Rede Federal (Brasil, 1996). Entretanto, a simples previsão legal não garante a efetividade da integração curricular, uma vez que essa depende de uma concepção pedagógica compartilhada entre os docentes, da revisão dos projetos políticos-pedagógicos e da reorganização das práticas escolares (Pacheco, 2011).

Neste sentido, a proposta do EMI exige um novo olhar sobre o currículo e sua função social. A fragmentação dos saberes, característica dos modelos tradicionais, compromete a formação plena dos estudantes, pois impede a articulação entre teoria e prática, entre o conhecimento científico e sua aplicação nas atividades profissionais. Moreira (2017) observa que a superação dessa fragmentação passa pela adoção de metodologias interdisciplinares e pela construção coletiva do currículo entre professores de diferentes áreas. Souza e Penido (2020) reforçam que o sucesso do EMI está diretamente relacionado à capacidade das instituições de promoverem espaços de planejamento colaborativo, nos quais a interdisciplinaridade possa ser pensada não como junção de conteúdos, mas como construção de significados compartilhados.

A integração proposta pelo EMI não se limita à justaposição de conteúdos da base comum e da formação técnica, mas pressupõe a construção de um projeto educativo que reconheça a complexidade do processo formativo. Dessa forma, é importante que os docentes envolvidos compreendam o EMI como uma proposta de formação omnilateral, que visa desenvolver as dimensões intelectuais, sociais, políticas e técnicas dos estudantes (Ramos, 2014). Lima e Santos (2020) destacam

que, para isso, é necessário o uso de tecnologias e estratégias didáticas que favoreçam a aprendizagem ativa, a experimentação e a problematização dos conteúdos.

Outro aspecto relevante da formação integrada refere-se à superação da lógica da empregabilidade como fim único da educação profissional. Embora a inserção no mercado de trabalho seja uma expectativa legítima dos estudantes, a proposta do EMI busca formar sujeitos autônomos, críticos e socialmente comprometidos. Moura (2014) afirma que a educação profissional não pode ser reduzida à lógica do mercado, mas deve ser compreendida como parte da formação cidadã. Nesse mesmo sentido, Soares (2018) ressalta que os Institutos Federais possuem a missão de promover uma formação que articule trabalho, ciência, cultura e cidadania.

A implementação do EMI nas instituições da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica exige mudanças estruturais e culturais. Por um lado, há a necessidade de reestruturação dos currículos, de forma que as disciplinas não sejam tratadas como blocos isolados, mas como partes integrantes de um mesmo processo formativo. Por outro lado, é importante que os docentes estejam preparados para atuar de forma integrada, com domínio técnico, pedagógico e teórico que permita a construção de projetos interdisciplinares (Pacheco, 2011). Moreira (2011) enfatiza que a formação dos professores da EPT deve considerar essas especificidades, oferecendo subsídios para a atuação em contextos formativos complexos e dinâmicos.

A proposta do EMI, portanto, está alinhada à concepção de formação integral defendida por diversos estudiosos da educação. Essa concepção parte da ideia de que o conhecimento não pode ser compartimentalizado, mas deve ser compreendido em sua totalidade e em suas múltiplas relações com a vida social, econômica e cultural dos sujeitos. Souza (2022) aponta que a interdisciplinaridade, quando bem conduzida, permite que o estudante compreenda os fenômenos de forma mais ampla e contextualizada. Filho et al. (2011) complementam ao afirmar que atividades didáticas interativas e contextualizadas, especialmente com o uso de experimentos e recursos digitais, favorecem o envolvimento dos alunos e ampliam suas possibilidades de aprendizagem.

Dessa forma, o EMI representa uma possibilidade concreta de transformação do ensino médio, desde que haja comprometimento institucional com seus princípios e objetivos. Tendo em vista os desafios históricos enfrentados pela EPT no Brasil, a

organização de um currículo integrado, que valorize tanto a formação técnica quanto a formação humanística, é um caminho importante para a construção de uma escola mais democrática, inclusiva e significativa para os estudantes. Conforme argumenta Ramos (2014), a efetivação dessa proposta depende do engajamento coletivo de gestores, professores, estudantes e da sociedade em geral, na construção de um projeto educativo coerente com os valores da justiça social, da equidade e da formação para a cidadania.

2.1.1 O Ensino de Física na Educação Profissional

O ensino de Física na Educação Profissional e Tecnológica (EPT) apresenta desafios específicos que exigem a superação de abordagens tradicionais e a adoção de estratégias didáticas alinhadas à realidade dos estudantes e às características da formação técnica. Tendo em vista que os cursos da EPT são organizados com base na articulação entre o conhecimento científico e as práticas profissionais, torna-se importante compreender a função da Física nesse contexto, não como um conjunto isolado de fórmulas e definições, mas como um campo do saber com potencial explicativo e aplicável à resolução de problemas concretos. Conforme argumenta Garcia (1995), as práticas de ensino de Física nas escolas técnicas, historicamente, reproduziram os mesmos métodos utilizados no ensino médio regular, o que limitou o desenvolvimento de propostas mais integradas e contextualizadas. Moura (2014) reforça que essa limitação está relacionada à ausência de políticas pedagógicas efetivas que valorizem a interdisciplinaridade e o diálogo entre teoria e prática.

Por um lado, o ensino da Física na EPT deve considerar os conteúdos estruturantes da disciplina, e, por outro, precisa relacioná-los com os saberes técnicos específicos de cada curso. Essa articulação é particularmente importante em áreas como eletrotécnica, mecânica, radiologia e eletrônica, nas quais os conceitos físicos são diretamente aplicáveis às atividades formativas e profissionais dos estudantes. Soares (2008) destaca que o entendimento dos fundamentos da radiação, da estrutura da matéria e das interações energéticas é indispensável para a atuação segura e eficiente de técnicos em radiologia. Bonifácio Júnior (2021) observa que a aprendizagem da Física, quando vinculada a contextos profissionais reais, favorece o engajamento dos alunos e contribui para a construção de uma visão integrada do conhecimento.

Neste sentido, é possível afirmar que o ensino de Física na EPT deve partir de uma abordagem metodológica que reconheça o contexto sociocultural dos estudantes, suas experiências prévias e as demandas do mundo do trabalho. Souza (2022) aponta que a valorização de práticas pedagógicas interdisciplinares, ancoradas em projetos e situações-problema, permite uma aprendizagem mais significativa e alinhada aos princípios do Ensino Médio Integrado. Moreira (2017) destaca que a fragmentação dos saberes, característica das abordagens tradicionais, dificulta a construção de conhecimentos sólidos e aplicáveis, especialmente quando os conteúdos são tratados de forma abstrata e descolada da prática.

O currículo da EPT, portanto, precisa assegurar condições para que a Física seja compreendida como um componente obrigatório e enquanto uma ferramenta intelectual para a compreensão do mundo e para a atuação profissional. Filho et al. (2011) ressaltam que a realização de experimentos didáticos, mesmo que simples, pode promover a relação entre teoria e prática e despertar o interesse dos estudantes pela disciplina. Costa Júnior et al. (2017), por sua vez, identificaram que o desempenho dos alunos em Física está relacionado à sua capacidade de estabelecer conexões entre os conteúdos escolares e os contextos reais de aplicação, o que reforça a importância de propostas didáticas contextualizadas.

Dessa forma, a integração da Física ao currículo dos cursos técnicos não deve ser vista apenas como uma exigência legal, mas como uma oportunidade para qualificar a formação dos estudantes. Tendo em vista a proposta do ProfEPT e das Diretrizes Curriculares da EPT, é necessário que a prática pedagógica em Física favoreça a construção do pensamento crítico, o domínio conceitual e a aplicação dos saberes científicos em diferentes situações da vida e do trabalho. Pacheco (2011) observa que os Institutos Federais, enquanto espaços formativos diferenciados, têm o potencial de desenvolver práticas inovadoras que superem a dicotomia entre disciplinas técnicas e da base comum. Soares (2018) complementa que essa superação passa pelo reconhecimento da Física como um campo de conhecimento que dialoga com outras áreas e contribui para a formação integral dos estudantes.

Contudo, a realidade enfrentada pelos professores de Física na EPT ainda é marcada por desafios estruturais e pedagógicos. A escassez de laboratórios bem equipados, a sobrecarga de trabalho docente e a resistência à inovação metodológica dificultam a implementação de práticas mais integradas. Conforme destaca Lima e Santos (2020), a utilização de recursos digitais, como simuladores e plataformas

interativas, pode contribuir para mitigar parte dessas limitações, promovendo uma aprendizagem mais ativa e significativa. Batista (2015) reforça que o uso de contextos próximos à realidade dos alunos, como a aplicação da Física Moderna em exames radiológicos, amplia a compreensão conceitual e estimula o interesse pela disciplina.

2.1.2 Fundamentos Pedagógicos para a Interdisciplinaridade no Ensino Técnico

A proposta de interdisciplinaridade na Educação Profissional e Tecnológica (EPT) está amparada por princípios pedagógicos que reconhecem a necessidade de integrar diferentes campos do conhecimento em práticas formativas contextualizadas. A interdisciplinaridade, ao propor a superação da fragmentação do saber, revela-se como uma abordagem importante para a articulação entre teoria e prática, especialmente no Ensino Médio Integrado (EMI), em que a formação técnica está associada à formação geral. Conforme argumenta Moreira (2011), a interdisciplinaridade não é apenas uma junção de conteúdo, mas uma forma de reorganizar o processo pedagógico com base na complexidade dos fenômenos e na construção coletiva do conhecimento. Ramos (2014) ressalta que a EPT exige práticas educativas que integrem os saberes científicos, tecnológicos e culturais em projetos formativos coerentes com as necessidades do mundo do trabalho.

Neste sentido, é importante considerar que a interdisciplinaridade não deve ser tratada como um fim em si mesma, mas como um princípio pedagógico que organiza o currículo e orienta as práticas educativas. Valente (2009) apontam que a fragmentação entre as disciplinas é um dos obstáculos para a aprendizagem significativa dos estudantes, principalmente em áreas como a Física, que exigem elevado grau de abstração. A superação dessa fragmentação exige o desenvolvimento de propostas pedagógicas que articulem diferentes áreas do saber em torno de problemas concretos e situações contextualizadas. Segundo Garcia (1995), o ensino de Física nas escolas técnicas federais tem historicamente reproduzido modelos tradicionais, limitando as possibilidades de integração curricular com os componentes técnicos dos cursos.

Por um lado, a implementação de práticas interdisciplinares requer planejamento coletivo entre os docentes, e, por outro, demanda reestruturação das metodologias de ensino, a fim de que as disciplinas deixem de ser tratadas de forma estanque. Moura (2014) enfatiza que a construção de propostas pedagógicas

integradas na EPT passa pelo reconhecimento dos saberes dos docentes, pela valorização da experiência profissional e pela disposição institucional para reconfigurar tempos, espaços e formas de organização curricular. Soares (2018) reforça que o trabalho com projetos interdisciplinares, quando adequadamente planejado e executado, permite ao estudante compreender o sentido social do conhecimento científico, promovendo uma formação mais crítica e emancipadora.

A interdisciplinaridade também se apresenta como uma estratégia pedagógica importante para enfrentar os desafios da formação profissional em áreas técnicas que exigem domínio de conceitos científicos complexos. No caso do ensino de Física, a articulação com disciplinas como Biologia, Matemática e áreas técnicas específicas, como Radiologia e Eletrônica, amplia o potencial de aplicação dos conhecimentos em situações práticas. Souza (2022) argumenta que, ao associar a Física aos contextos profissionais vivenciados pelos alunos, é possível despertar maior interesse e facilitar a aprendizagem de conteúdos abstratos. Filho et al. (2011) sugerem que atividades experimentais interdisciplinares promovem o desenvolvimento de competências cognitivas e técnicas, contribuindo para uma formação mais integrada.

Outro aspecto importante diz respeito às condições institucionais necessárias para a viabilização de práticas interdisciplinares. A organização curricular rígida, os limites impostos pelas cargas horárias e a escassez de momentos de planejamento coletivo entre professores representam obstáculos recorrentes nas instituições de EPT. Pacheco (2011) aponta que a cultura escolar tradicional ainda valoriza a especialização disciplinar em detrimento da articulação entre saberes, o que dificulta a efetivação de propostas curriculares integradas. Já Lima e Santos (2020) observam que o uso de tecnologias digitais pode facilitar a construção de ambientes de aprendizagem interdisciplinares, desde que os docentes estejam preparados para utilizar tais recursos de forma crítica e criativa.

Os fundamentos pedagógicos da interdisciplinaridade na EPT, portanto, devem ser compreendidos a partir da articulação entre teoria, prática e contexto. A efetividade dessa proposta depende tanto do compromisso institucional com a formação integral dos sujeitos quanto do engajamento dos professores na construção de práticas pedagógicas colaborativas e contextualizadas. Conforme argumenta Moura (2014), a interdisciplinaridade não é um recurso metodológico pontual, mas um princípio formativo que orienta toda a organização do trabalho pedagógico, contribuindo para uma educação mais significativa, crítica e transformadora. Moreira (2017)

complementa que essa abordagem, ao favorecer a relação entre diferentes áreas do conhecimento, amplia as possibilidades de compreensão da realidade e de intervenção social dos estudantes da EPT.

2.1.3 Currículo Integrado e Práticas Pedagógicas Inovadoras

A concepção de currículo integrado, no contexto da Educação Profissional e Tecnológica (EPT), constitui uma abordagem importante para superar a fragmentação do conhecimento e promover uma formação mais articulada entre a educação básica e a qualificação técnica. Tendo em vista os pressupostos do Ensino Médio Integrado (EMI), o currículo integrado propõe uma organização do trabalho pedagógico que articula teoria e prática, ciência e técnica, cultura geral e formação profissional. Conforme argumenta Ramos (2014), essa proposta rompe com a lógica disciplinar tradicional, exigindo práticas pedagógicas que valorizem o conhecimento como construção coletiva e socialmente situada. Moura (2014) reforça que o currículo integrado não se resume a uma junção de componentes curriculares, mas pressupõe uma concepção crítica e transformadora da educação, voltada para a formação integral dos sujeitos.

Neste sentido, é importante considerar que a integração curricular no EMI implica mudanças na estrutura do currículo, assim como transformações nas práticas pedagógicas, na organização institucional e na cultura docente. Garcia (1995) identifica que, historicamente, os cursos técnicos mantiveram uma separação entre os conteúdos das disciplinas gerais e os saberes técnicos, o que compromete a coerência formativa dos estudantes. Pacheco (2011), ao tratar da trajetória dos Institutos Federais, destaca que a proposta de integração exige políticas de formação docente, investimento em recursos didáticos e reorganização do tempo escolar, a fim de permitir o trabalho interdisciplinar e o planejamento coletivo. Essa perspectiva amplia o escopo do currículo, incorporando dimensões éticas, políticas, culturais e tecnológicas no processo educativo.

As experiências acumuladas em escolas técnicas que adotam o modelo do EMI revelam diferentes estratégias de integração curricular. Souza (2022), ao analisar práticas pedagógicas em um Instituto Federal, aponta que a articulação entre disciplinas é favorecida por projetos temáticos, atividades interdisciplinares e o uso de

contextos reais como ponto de partida para a aprendizagem. Valente (2009) argumentam que o currículo integrado pode se concretizar por meio da construção de projetos pedagógicos que envolvam múltiplas áreas do conhecimento, promovendo a participação ativa dos estudantes na resolução de problemas complexos. Lima e Santos (2020), em pesquisa sobre a utilização de tecnologias digitais no contexto escolar, mostram que tais recursos podem facilitar a integração entre conteúdos ao proporcionar ambientes virtuais que favorecem a articulação entre diferentes linguagens e formas de expressão.

Por um lado, a integração curricular visa à formação crítica e reflexiva do estudante; por outro, demanda do professor uma postura investigativa e colaborativa, que favoreça a construção de práticas pedagógicas inovadoras. Moreira (2011) defende que a inovação pedagógica está associada à capacidade dos docentes de reorganizar o processo de ensino a partir da escuta dos estudantes, da análise do contexto e do uso criativo dos recursos didáticos. Filho et al. (2011) destacam que práticas como experimentações interdisciplinares, uso de simulações e estudo de casos podem tornar o ensino de Física mais conectado com a realidade dos alunos e, ao mesmo tempo, mais integrado com as demais áreas do conhecimento. Nessa perspectiva, a inovação não está apenas na adoção de novas tecnologias, mas na ressignificação do papel do professor e na reorganização do tempo e dos espaços escolares.

A integração entre teoria, prática e contexto sociotécnico também representa uma diretriz importante do currículo integrado. De acordo com Moreira (2017), a articulação entre esses elementos contribui para que o conhecimento construído em sala de aula tenha sentido para o estudante, fortalecendo o vínculo entre escola e mundo do trabalho. Soares (2018) reforça que a EPT deve oferecer ao educando uma formação técnica, bem como uma base ampla de conhecimentos que permita compreender criticamente a realidade, intervir nela e projetar trajetórias de vida mais autônomas. Nesse sentido, o currículo integrado torna-se uma alternativa à fragmentação curricular e ao tecnicismo, promovendo uma educação mais completa, contextualizada e comprometida com a formação humana.

Portanto, a proposta de currículo integrado no EMI representa uma oportunidade de reconfigurar o trabalho pedagógico em favor de práticas mais colaborativas, contextualizadas e integradoras. Essa reconfiguração requer compromisso institucional, planejamento coletivo e formação docente permanente.

Conforme argumenta Moura (2014), a implementação do currículo integrado depende da articulação entre políticas públicas, gestão escolar e participação docente, constituindo um processo dinâmico e contínuo. Ramos (2014) conclui que essa proposta curricular representa uma possibilidade concreta de construção de uma educação que valorize tanto o saber científico quanto o saber técnico, contribuindo para a formação crítica, ética e cidadã dos estudantes da Educação Profissional e Tecnológica.

2.2 Física Moderna e Contemporânea: Conceitos e Aplicações

O avanço científico ocorrido ao longo do século XX exigiu a ampliação dos conteúdos tradicionalmente abordados no ensino de Física, especialmente com o surgimento de teorias que romperam com os paradigmas clássicos da mecânica newtoniana. Neste sentido, a Física Moderna e Contemporânea (FMC) compreende um conjunto de conhecimentos que abrange temas como relatividade, estrutura atômica, física quântica, radioatividade, eletrodinâmica quântica e cosmologia, sendo importante que esses conteúdos sejam considerados nos currículos da educação básica, particularmente no contexto da formação técnica (Terrazzan, 1992). Valente (2009) apontam que a inserção desses temas no ensino médio permite tanto uma atualização conceitual, como a aproximação do conteúdo escolar com as descobertas científicas que moldam o mundo contemporâneo.

Por um lado, a inclusão da FMC nos currículos contribui para o desenvolvimento de uma compreensão mais abrangente da ciência e de suas aplicações tecnológicas, e, por outro, enfrenta desafios relacionados à formação docente, à carga horária limitada e à complexidade dos temas. Tendo em vista essas dificuldades, é importante buscar alternativas metodológicas que tornem o conteúdo acessível, relevante e contextualizado para os estudantes. Batista (2015) argumenta que o ensino da FMC, ao ser articulado a exemplos práticos do cotidiano, como a utilização de radiações na medicina, amplia as possibilidades de compreensão dos alunos e favorece a aprendizagem significativa. Neto et al. (2019) destacam que a abordagem da FMC deve estar associada à realidade sociocultural dos estudantes, de modo a estimular o pensamento crítico e a valorização da ciência.

Dessa forma, a Física Moderna pode ser explorada como uma atualização teórica e como uma ferramenta para a análise de fenômenos atuais e

tecnologicamente relevantes. O estudo da radioatividade, por exemplo, permite compreender os processos envolvidos em exames de diagnóstico por imagem, no funcionamento das usinas nucleares e no tratamento de doenças como o câncer. Costa (2011) afirma que a contextualização desses conceitos com aplicações reais permite ao estudante perceber a utilidade da ciência e sua presença em diferentes esferas da vida cotidiana. Soares (2008), ao tratar do ensino da física no contexto da radiologia, destaca que compreender os efeitos das radiações sobre a matéria é indispensável para a atuação técnica segura e eficaz.

A aplicação da FMC na educação profissional também favorece a interdisciplinaridade, uma vez que os conceitos físicos envolvidos dialogam diretamente com áreas como biologia, química e tecnologia. Neste sentido, a articulação entre saberes científicos e técnicos permite uma formação mais ampla, em consonância com os princípios do Ensino Médio Integrado. Souza (2022) observa que a abordagem integrada dos conteúdos favorece a construção de um currículo significativo e contextualizado, alinhado às necessidades dos estudantes e aos objetivos da EPT. Bonifácio Júnior (2021) acrescenta que o uso da radiologia como eixo temático possibilita o desenvolvimento de projetos interdisciplinares, que integram teoria e prática com base em situações concretas.

Outro aspecto importante diz respeito à contribuição da FMC para o desenvolvimento da alfabetização científica. Tendo em vista que muitos temas abordados pela mídia envolvem conceitos da física moderna — como energia nuclear, tecnologias de imagem, partículas subatômicas e mudanças climáticas —, é importante que os estudantes tenham condições de interpretar essas informações de maneira crítica. Batista (2015) ressalta que o ensino da FMC contribui para a formação de cidadãos mais conscientes, capazes de compreender os impactos da ciência na sociedade. Valente (2009) reforçam que a familiaridade com os conceitos da física contemporânea amplia as capacidades de análise, argumentação e tomada de decisão em contextos diversos.

Apesar de sua relevância, a FMC ainda ocupa uma posição periférica nos currículos escolares, muitas vezes sendo tratada de forma superficial ou relegada ao final do ano letivo, sem tempo adequado para sua exploração. Essa realidade está relacionada à tradição do ensino da física, que tende a privilegiar os conteúdos da mecânica clássica em detrimento de temas mais atuais. Conforme argumenta Neto et al. (2019), muitos professores relatam dificuldades para abordar a física moderna, seja

por insegurança quanto ao domínio dos conteúdos, seja pela falta de materiais didáticos adequados. Kikuchi (2019) aponta que a formação inicial de professores de física nem sempre contempla de maneira aprofundada os fundamentos da física contemporânea, o que limita sua inserção efetiva em sala de aula.

Neste contexto, o uso de recursos didáticos inovadores, como simuladores, vídeos interativos e e-books, pode contribuir para superar essas barreiras e promover o interesse dos alunos pelos temas da FMC. Lima e Santos (2020) destacam que o uso das tecnologias digitais permite ampliar o acesso ao conhecimento e diversificar as formas de representação dos conteúdos, tornando-os mais compreensíveis. Filho et al. (2011) sugerem que atividades experimentais e investigações orientadas podem auxiliar na apropriação dos conceitos abstratos da física moderna, ao proporcionar experiências concretas de aprendizagem.

Portanto, a presença da Física Moderna e Contemporânea no currículo da EPT deve ser entendida como parte de um movimento mais amplo de atualização e inovação pedagógica. Tendo em vista as transformações tecnológicas e científicas que marcam a sociedade atual, é importante que a educação acompanhe essas mudanças e prepare os estudantes para compreender e atuar em contextos complexos e dinâmicos. Souza (2022) afirma que a abordagem desses conteúdos na formação técnica contribui para a construção de um perfil profissional mais qualificado e socialmente comprometido. Costa (2011) reforça que a integração entre teoria científica e aplicação prática é uma das chaves para uma educação mais significativa e eficaz.

2.2.1 Ensino de Física Moderna no Currículo Escolar

A inserção da Física Moderna e Contemporânea no currículo escolar brasileiro é uma demanda que vem sendo debatida por pesquisadores e professores desde meados do século XX, com o objetivo de atualizar os conteúdos e metodologias de ensino às descobertas científicas mais recentes. Tendo em vista que a ciência evoluiu significativamente nas últimas décadas, é importante que o ensino de física acompanhe essas transformações, permitindo aos estudantes compreenderem os fenômenos do mundo atual a partir de uma perspectiva científica ampla e integrada (Terrazzan, 1992). Costa (2011) observa que a ausência de temas como estrutura atômica, radioatividade, quântica e relatividade nos currículos escolares compromete

a formação científica dos estudantes e reduz as possibilidades de articulação entre o conhecimento escolar e a realidade tecnológica contemporânea.

Por um lado, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reconhece a importância de abordar conceitos da Física Moderna no ensino médio, e, por outro, a efetivação dessa proposta encontra barreiras relacionadas à formação docente, à escassez de materiais didáticos e à limitação da carga horária disponível para a disciplina. Batista (2015) afirma que o ensino da Física Moderna deve ir além da transmissão de conteúdos teóricos, sendo articulado a exemplos concretos e ao uso de recursos pedagógicos que possibilitem a construção do conhecimento de forma significativa. Neto et al. (2019) identificaram, em estudo com professores e alunos, que o interesse pelos temas da física moderna é alto, mas que sua presença nas salas de aula ainda é pontual e superficial.

Dessa forma, é necessário repensar a organização curricular da disciplina de Física para que a Física Moderna seja inserida desde as séries iniciais do ensino médio, de maneira gradativa e contextualizada. O fracionamento do conteúdo escolar em blocos isolados, desarticulados entre si, dificulta a construção de uma compreensão integrada da ciência. Kikuchi (2019) ressalta que o ensino de física precisa ser reformulado para favorecer a interdisciplinaridade, a experimentação e a problematização dos conteúdos, especialmente quando se trata de temas abstratos e de difícil visualização. Valente (2009) reforçam que a atualização do currículo deve ser acompanhada de iniciativas de formação continuada para os docentes, de modo que estejam aptos a mediar o processo de aprendizagem com segurança e criatividade.

Neste sentido, a presença da Física Moderna no currículo escolar não deve ser tratada como um acréscimo eventual, mas como parte integrante da formação científica dos estudantes. Tendo em vista a relevância de temas como radiações, partículas subatômicas e propriedades quânticas da matéria para a compreensão de tecnologias presentes no cotidiano — como aparelhos de imagem médica, lasers, semicondutores e sistemas de comunicação —, é importante que esses assuntos estejam incorporados aos programas de ensino de forma clara e contextualizada (Batista, 2015). Costa (2011) aponta que o domínio desses conhecimentos pode ser um diferencial para estudantes de cursos técnicos, especialmente aqueles que atuam em áreas como saúde, informática, eletrônica e engenharia.

O desenvolvimento de estratégias de ensino que favoreçam a aprendizagem

dos conceitos da Física Moderna também é um desafio recorrente. Tendo em vista as limitações estruturais de muitas escolas, a utilização de recursos tecnológicos e materiais digitais pode ser uma alternativa viável para aproximar os estudantes desses conteúdos. Lima e Santos (2020) destacam que as tecnologias digitais permitem a simulação de fenômenos complexos, como a dualidade onda-partícula e os efeitos da radiação, tornando-os mais acessíveis e compreensíveis. Filho et al. (2011) reforçam que o uso de experimentos didáticos e atividades práticas, mesmo que adaptadas à realidade escolar, contribui para a formação de vínculos entre teoria e prática e estimula o protagonismo do aluno no processo de aprendizagem.

A inclusão sistemática da Física Moderna no currículo do ensino médio também implica uma mudança na forma como se compreende o papel da ciência na sociedade. A abordagem desses conteúdos, quando articulada a questões éticas, ambientais e sociais, permite desenvolver a consciência crítica dos estudantes e promover uma formação voltada para a cidadania. Souza (2022) aponta que o ensino contextualizado da Física Moderna pode ampliar a compreensão dos alunos sobre temas como sustentabilidade, uso de tecnologias e impactos das inovações científicas na vida cotidiana. Bonifácio Júnior (2021) observa que, no contexto da educação profissional, esses conteúdos se tornam ainda mais relevantes, pois estão diretamente relacionados às competências técnicas exigidas pelo mercado e às demandas da sociedade contemporânea.

Portanto, a efetivação do ensino de Física Moderna no currículo escolar requer uma ação articulada entre gestores, professores e formuladores de políticas públicas. Tendo em vista a importância desses conhecimentos para a formação científica e técnica dos estudantes, é necessário promover a revisão dos currículos, a adequação dos materiais didáticos e o investimento em formação docente continuada. Conforme argumenta Neto et al. (2019), apenas com uma abordagem planejada, contextualizada e interdisciplinar será possível garantir que os estudantes tenham acesso a uma formação científica atualizada, crítica e socialmente relevante. Valente (2009) conclui que a integração da Física Moderna ao currículo contribui para tornar o ensino mais significativo, conectado com a realidade e orientado para os desafios do século XXI.

2.2.3 Radiologia como Contexto Didático para o Ensino de Física

A utilização da radiologia como contexto didático para o ensino de Física

oferece uma oportunidade relevante de integração entre conhecimentos científicos e aplicações tecnológicas reais, especialmente no âmbito da Educação Profissional e Tecnológica. Tendo em vista que os conceitos de radiação, interação da matéria com a energia, ondas eletromagnéticas e estrutura atômica estão presentes nos procedimentos radiológicos, o uso pedagógico desse campo pode enriquecer a aprendizagem ao aproximar os conteúdos escolares de situações concretas e cotidianas (Batista, 2015). Bonifácio Júnior (2021) observa que essa abordagem permite aos alunos compreenderem a funcionalidade dos exames por imagem e, ao mesmo tempo, aplicarem os conceitos teóricos estudados em sala de aula de forma prática e significativa.

Por um lado, a estrutura dos exames radiológicos baseia-se em princípios fundamentais da Física, como o comportamento das ondas eletromagnéticas, a absorção diferencial dos tecidos biológicos e a emissão de radiação eletromagnética por aparelhos específicos, e, por outro, exige o domínio de conteúdos como energia, matéria, densidade e radiação. Soares (2008) explica que, nos exames de radiodiagnóstico, os raios X interagem com o corpo humano de maneira seletiva, sendo absorvidos em diferentes intensidades conforme o tipo de tecido atravessado. Costa (2011) destaca que esses processos envolvem diretamente conceitos de Física Moderna, como a quantização da energia e os efeitos das partículas subatômicas, o que evidencia o potencial da radiologia como recurso didático interdisciplinar.

Tendo em vista o crescimento da demanda por profissionais na área de saúde e as inovações tecnológicas no setor, é importante que os estudantes da educação técnica compreendam o funcionamento dos exames radiológicos e sua base científica. Rodrigues (2018) ressalta que o domínio dos fundamentos da radiologia permite que os futuros técnicos atuem com mais segurança e responsabilidade, reconhecendo os limites e riscos envolvidos na manipulação da radiação ionizante. Filho et al. (2011) complementam ao afirmar que a abordagem prática da Física, por meio de experimentos ou simulações relacionadas à radiologia, contribui para consolidar os conteúdos abstratos e promover maior engajamento dos alunos.

Neste sentido, a radiologia permite desenvolver atividades pedagógicas que envolvem diferentes áreas do conhecimento, promovendo uma aprendizagem integrada. A interação entre Física, Biologia e Ciências da Saúde é especialmente produtiva para compreender fenômenos como a formação de imagens médicas, os efeitos biológicos das radiações e os mecanismos de diagnóstico por imagem. Souza

(2022) observa que o uso de temas contextualizados facilita a compreensão dos conceitos científicos, ao mesmo tempo em que estimula a capacidade dos estudantes de correlacionar diferentes saberes. Bonifácio Júnior (2021) aponta que essa articulação contribui para a valorização da aprendizagem e amplia a visão dos alunos sobre o papel da ciência na sociedade.

Dessa forma, o trabalho interdisciplinar em torno da radiologia pode ocorrer por meio de projetos integradores, atividades práticas e sequências didáticas contextualizadas, promovendo não somente a apropriação de conceitos, mas o desenvolvimento de competências técnicas e cognitivas. Lima e Santos (2020) indicam que, com o apoio das tecnologias digitais, é possível criar simulações de exames radiológicos e organizar estudos de caso que mobilizam conhecimentos diversos. Filho et al. (2011) sugerem que os estudantes podem ser desafiados a propor soluções para problemas reais, como o controle de exposição à radiação ou a escolha adequada dos equipamentos em função dos objetivos do exame.

Outro aspecto importante na abordagem didática da radiologia refere-se aos cuidados com a segurança, à ética profissional e ao conhecimento das normas legais que regulam o uso das radiações ionizantes. Tendo em vista os riscos à saúde associados à exposição indevida à radiação, é importante que os estudantes compreendam os limites permitidos, os princípios de proteção radiológica e as responsabilidades éticas dos profissionais que atuam na área. Rodrigues (2018) afirma que a formação técnica deve incluir conhecimentos sobre o controle da dose, uso de barreiras físicas e monitoramento da exposição dos trabalhadores. Soares (2008) destaca que, ao estudar as legislações e os protocolos estabelecidos pelos órgãos reguladores, os alunos desenvolvem maior consciência sobre a dimensão ética do seu trabalho.

Neste contexto, a legislação brasileira define uma série de diretrizes e exigências para o funcionamento de serviços de radiodiagnóstico, as quais podem ser discutidas em sala de aula como parte da formação cidadã e profissional dos estudantes. Batista (2015) observa que compreender a legislação não se restringe a um saber normativo, mas envolve também o reconhecimento do direito à saúde, à informação e à proteção do paciente. Souza (2022) reforça que o trabalho com temas relacionados à segurança e à ética favorece o desenvolvimento de atitudes responsáveis, alinhadas aos princípios da educação profissional de qualidade e ao compromisso com o bem-estar coletivo.

Portanto, a utilização da radiologia como contexto didático no ensino de Física oferece múltiplas possibilidades de articulação entre teoria e prática, ciência e sociedade, conhecimento escolar e realidade profissional. Tendo em vista as exigências formativas dos cursos técnicos e os objetivos do Ensino Médio Integrado, é importante que os docentes explorem temas como exames radiológicos, radiação ionizante e ética profissional em suas práticas pedagógicas. Costa (2011) defende que essa abordagem contribui para tornar o ensino mais significativo, atual e alinhado com as necessidades do mundo do trabalho. Bonifácio Júnior (2021) conclui que o uso da radiologia como eixo estruturante de projetos pedagógicos interdisciplinares pode transformar a aprendizagem de Física em uma experiência concreta, integrada e socialmente relevante.

2.3 Tecnologias Digitais no Ensino de Física

O uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) tem transformado significativamente as práticas pedagógicas no ensino de ciências, sobretudo na área da Física. Tendo em vista as exigências de uma sociedade cada vez mais conectada e tecnologicamente mediada, é importante que o ensino de Física acompanhe essas mudanças, incorporando recursos que estimulem a participação ativa dos alunos e favoreçam a construção do conhecimento de forma interativa. Lima e Santos (2020) destacam que, durante o contexto da pandemia de COVID-19, o uso das tecnologias digitais mostrou-se indispensável para garantir a continuidade do processo de ensino-aprendizagem, evidenciando o potencial dos recursos interativos na formação discente. Mercado (1999) afirma que a formação continuada dos professores é determinante para que as TDICs sejam efetivamente integradas às práticas educativas, e não tratadas como ferramentas meramente complementares.

Por um lado, a utilização de e-books, simulações computacionais e laboratórios virtuais permite que o aluno explore fenômenos físicos que seriam inacessíveis por meio de experimentações tradicionais, e, por outro, possibilita o desenvolvimento de habilidades cognitivas voltadas para a interpretação, modelagem e análise de dados. Filho et al. (2011) sugerem que os recursos digitais interativos tornam mais concreta a compreensão de temas abstratos da Física, como eletromagnetismo e mecânica quântica. Moreira (2011) argumenta que esses materiais favorecem o desenvolvimento de estratégias pedagógicas diferenciadas, promovendo a

personalização da aprendizagem conforme os estilos cognitivos dos alunos.

Tendo em vista o avanço das tecnologias educacionais, é possível afirmar que os objetos de aprendizagem digitais representam um novo paradigma no ensino de ciências. Moreira (2017) defende que o uso de simuladores, animações e plataformas digitais pode facilitar o entendimento de conceitos complexos da Física Moderna, estimulando o pensamento crítico e a autonomia intelectual dos estudantes. UNESCO (2008) destaca que os padrões de competência em TIC para professores incluem a capacidade de selecionar, adaptar e integrar recursos digitais aos conteúdos curriculares, em consonância com os objetivos educacionais e com as necessidades específicas dos alunos.

As TDICs adquirem relevância particular no contexto da Educação Profissional e Tecnológica (EPT), uma vez que favorecem a conexão entre o saber científico e as práticas técnicas exigidas pelo mundo do trabalho. Moura (2014) ressalta que a integração das tecnologias digitais ao ensino técnico possibilita uma formação mais completa, capaz de articular teoria e prática com base em situações reais. Pacheco (2011) complementa que os Institutos Federais, ao adotarem o modelo de ensino médio integrado, devem estimular metodologias inovadoras que incorporem os recursos tecnológicos disponíveis como parte integrante do processo formativo.

Neste sentido, o uso de tecnologias digitais contribui para a contextualização dos conteúdos de Física no cotidiano dos estudantes, promovendo uma aprendizagem significativa e aplicada. Garcia (1995) aponta que o ensino de Física nas escolas técnicas deve ultrapassar os limites do conteúdo tradicional e incorporar práticas que dialoguem com a realidade do aluno. Ramos (2014) acrescenta que a inserção das TDICs no currículo deve considerar a dimensão política e social da educação, assegurando que o acesso ao conhecimento digital não reproduza desigualdades já existentes no sistema educacional.

Avaliar a eficácia pedagógica das tecnologias digitais no ensino de Física requer a consideração de múltiplos fatores, como o envolvimento dos estudantes, a apropriação dos conteúdos e a qualidade da mediação docente. Costa Junior et al. (2017) realizaram um estudo estatístico sobre o aproveitamento em Física no ensino médio, revelando que abordagens interativas estão associadas a melhores desempenhos, especialmente quando os estudantes têm autonomia para explorar os conceitos em ambientes digitais. Souza e Penido (2020) observam que o engajamento discente está diretamente relacionado ao grau de interatividade e à relevância dos

conteúdos apresentados, sendo importante que os recursos digitais sejam adequados ao perfil dos estudantes.

A presença das tecnologias no ensino também requer reflexões sobre os desafios que ainda persistem, como a infraestrutura das escolas, a formação dos professores e as condições socioeconômicas dos alunos. Moura (2014) adverte que a formação docente precisa ser pensada em diálogo com as transformações tecnológicas, contemplando não só o domínio técnico, mas também o conhecimento pedagógico necessário para promover uma integração crítica e consciente das tecnologias. Oliveira Junior (2008) destaca as tensões existentes na formação de professores da EPT, apontando que nem sempre os cursos de licenciatura preparam os docentes para lidar com as demandas específicas do ensino técnico e integrado.

Neste cenário, as tecnologias digitais não devem ser vistas como soluções universais, mas como instrumentos que, quando bem utilizados, podem potencializar as aprendizagens e democratizar o acesso ao conhecimento. Soares (2018) afirma que a formação no e para o trabalho requer práticas pedagógicas que valorizem a autonomia, a investigação e a resolução de problemas reais, o que pode ser favorecido pelas TDICs. Souza (2022) enfatiza que, no ensino de Física, o uso criativo das tecnologias pode fortalecer a interdisciplinaridade e aproximar os conteúdos científicos da realidade concreta dos estudantes.

Portanto, o uso das tecnologias digitais no ensino de Física, especialmente na EPT, deve ser orientado por princípios pedagógicos consistentes e por uma compreensão crítica de suas potencialidades e limitações. Por meio da LDB (Brasil, 1996), a importância da inovação pedagógica no processo educativo e a Lei nº 11.892/2008 (Brasil, 2008) reforça o compromisso da Rede Federal com a articulação entre ciência, tecnologia e formação humana. Dessa forma, cabe aos educadores e gestores promover o uso qualificado das tecnologias, assegurando que elas estejam a serviço de uma educação pública, democrática e comprometida com o desenvolvimento pleno dos sujeitos.

2.4 Produtos Educacionais e Inovação na EPT

No âmbito do Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica (ProfEPT), o Produto Educacional representa uma exigência curricular e uma proposta metodológica que visa aproximar a produção acadêmica das necessidades concretas

dos espaços educacionais. Tendo em vista a natureza aplicada do ProfEPT, os produtos desenvolvidos devem contribuir com a melhoria dos processos de ensino e aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica (EPT), articulando teoria, prática e inovação pedagógica. Moura (2014) observa que, no contexto da EPT, é importante valorizar experiências formativas que levem em consideração a especificidade dos sujeitos e dos territórios nos quais os institutos federais estão inseridos. Soares (2018) reforça que os produtos educacionais devem ser elaborados com base em diagnósticos situados, a partir das demandas reais da prática docente.

Conforme estabelecido nas diretrizes do programa, o Produto Educacional deve ser concebido como uma proposta metodológica, material ou recurso didático que, vinculado à pesquisa realizada pelo mestrando, tenha aplicabilidade direta em contextos de ensino da EPT. Pacheco (2011) aponta que a inovação educacional está diretamente associada à capacidade dos institutos federais de responderem às necessidades do mundo do trabalho com práticas pedagógicas contextualizadas e transformadoras. Ramos (2014) destaca que a articulação entre ciência, tecnologia e educação, historicamente presente na concepção da EPT, reforça a importância de produtos que promovam aprendizagens integradas, contextualizadas e socialmente referenciadas.

Neste sentido, é importante considerar que o conceito de Produto Educacional no ProfEPT transcende a ideia de um material didático isolado, devendo estar alinhado à proposta pedagógica da instituição, aos fundamentos teóricos da linha de pesquisa e às diretrizes da área de concentração. Souza (2022) argumenta que a produção de recursos educacionais deve ter compromisso com a democratização do conhecimento, a valorização da diversidade e a superação das desigualdades educacionais. Moura (2014) complementa que o desenvolvimento de produtos no ProfEPT requer o domínio de metodologias participativas, capazes de articular os saberes acadêmicos e os saberes oriundos da prática docente.

O ensino de Física tem se beneficiado da produção de diversos produtos educacionais no âmbito do ProfEPT, muitos deles voltados para o uso de tecnologias digitais, metodologias ativas e práticas interdisciplinares. Lima e Santos (2020) relatam experiências de desenvolvimento de e-books, vídeos educativos, plataformas digitais e sequências didáticas interativas, que visam tornar o ensino de Física mais acessível e conectado à realidade dos estudantes. Souza e Penido (2020) relatam experiências em que recursos como roteiros experimentais, kits de baixo custo e jogos

digitais foram utilizados para facilitar a compreensão de conteúdos abstratos da Física Moderna, como radiação, estrutura atômica e fenômenos quânticos.

Tendo em vista a multiplicidade de contextos da EPT, os produtos voltados ao ensino de Física têm buscado dialogar com a formação técnica dos estudantes, especialmente em cursos como radiologia, edificações, eletrotécnica e informática. Filho et al. (2011) sugerem que a elaboração de experimentos adaptados à realidade das escolas técnicas pode contribuir significativamente para o engajamento dos estudantes e para a consolidação dos conteúdos científicos. Batista (2015) aponta que, no caso da abordagem de Física Moderna, é importante que os produtos considerem os conceitos científicos, assim como os contextos sociotécnicos nos quais esses conhecimentos são aplicados, como é o caso da medicina diagnóstica e da energia nuclear.

Embora os produtos educacionais desenvolvidos no ProfEPT apresentem grande potencial inovador, sua implementação efetiva em contextos escolares enfrenta desafios diversos, como resistência institucional, limitações de infraestrutura, dificuldades de formação docente e a necessidade de adequação às especificidades do público-alvo. Moura (2014) alerta que a incorporação de novos recursos pedagógicos nas práticas escolares exige abertura à experimentação, planejamento coletivo e diálogo constante entre pesquisadores e profissionais da educação. Garcia (1995) destaca que, na realidade das escolas técnicas federais, o ensino de Física ainda se encontra preso a modelos tradicionais, o que pode dificultar a aceitação de propostas mais interativas e contextualizadas.

Outro desafio importante diz respeito à avaliação da eficácia dos produtos educacionais, especialmente no que se refere ao impacto sobre o desempenho acadêmico e ao engajamento dos estudantes. Costa Junior et al. (2017) identificaram, por meio de análise estatística, que metodologias inovadoras tendem a gerar melhores resultados quando são acompanhadas por estratégias de avaliação coerentes com os objetivos de aprendizagem propostos. Gil (1999) destaca que, para que uma proposta metodológica seja validada, é necessário que sejam observadas tanto as evidências quantitativas, como os aspectos qualitativos da experiência educativa, como o envolvimento, a autonomia e a criticidade dos alunos.

Portanto, é importante compreender os produtos educacionais no ProfEPT como instrumentos de transformação pedagógica e social, cuja validade depende da articulação entre pesquisa, docência e realidade escolar. Souza (2022) enfatiza que a

produção de recursos educativos inovadores só tem sentido quando contribui efetivamente para o fortalecimento da educação pública, crítica e emancipadora. Moura (2014) conclui que, para além da inovação técnica, os produtos devem promover rupturas com modelos tradicionais e favorecer práticas educativas inclusivas, democráticas e orientadas para a formação integral dos sujeitos.

2.5 Formação Docente para o Ensino de Ciências na EPT

A formação de professores para a Educação Profissional e Tecnológica (EPT), especialmente nas áreas das Ciências da Natureza como a Física, apresenta desafios que exigem reflexão e aprofundamento por parte das instituições formadoras e das políticas educacionais. Por um lado, a formação inicial oferecida nos cursos de licenciatura em Física nem sempre contempla as especificidades da prática pedagógica no ensino técnico integrado; por outro, a realidade da sala de aula na EPT demanda do docente competências ampliadas que vão além do domínio teórico dos conteúdos. Moura (2014) observa que, historicamente, a formação docente voltada à educação profissional tem sido marcada por lacunas em relação à integração entre saber técnico, científico e pedagógico. De forma semelhante, Oliveira Junior (2008) aponta que os licenciados em Física frequentemente ingressam na EPT sem o preparo adequado para lidar com as peculiaridades da formação técnica e com a necessidade de trabalhar de maneira interdisciplinar.

Tendo em vista a complexidade do ensino no modelo do Ensino Médio Integrado (EMI), torna-se importante que a formação do professor de Física considere aspectos como a contextualização do conteúdo, a interdisciplinaridade e a aplicação prática dos conhecimentos científicos. Segundo Garcia (1995), o ensino de Física nas escolas técnicas federais historicamente manteve um padrão próximo ao da escola regular, o que limita sua capacidade de se articular com os componentes técnicos dos cursos. Batista (2015) reforça que muitos professores apresentam dificuldades para inserir conteúdos de Física Moderna e Contemporânea de forma didaticamente significativa, o que evidencia a necessidade de investimentos na formação inicial e continuada desses profissionais, de modo que estejam preparados para enfrentar os desafios específicos da EPT.

Nesse contexto, as competências pedagógicas exigidas do professor de

Ciências na EPT envolvem, entre outras, a capacidade de articular os conteúdos científicos ao contexto sociotécnico dos cursos, desenvolver estratégias metodológicas diferenciadas, utilizar recursos tecnológicos e propor atividades interdisciplinares. Valente (2009) afirmam que a prática pedagógica na EPT requer sensibilidade para lidar com os diferentes perfis dos alunos e habilidade para criar situações de aprendizagem que estimulem o pensamento crítico e a resolução de problemas reais. Moreira (2011) complementa que é importante que os professores dominem também os fundamentos das metodologias ativas, da avaliação formativa e da aprendizagem por projetos, ferramentas que possibilitam um ensino mais engajado e significativo.

As políticas públicas de formação continuada desempenham um papel importante na qualificação dos docentes da EPT. Iniciativas como programas de aperfeiçoamento, grupos de estudo, formação em serviço e incentivo à pesquisa educacional são estratégias que podem favorecer o desenvolvimento profissional dos professores. Lima e Santos (2020) mostram que as transformações no cenário educacional, especialmente com a ampliação do uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs), exigem atualização constante dos professores, tanto em termos técnicos quanto metodológicos. Mercado (1999) já indicava que a formação continuada deve estar inserida na cultura institucional das escolas e ser pautada por uma abordagem crítica, colaborativa e voltada às reais demandas do contexto escolar.

Outro ponto importante é a valorização da experiência dos professores que já atuam na EPT. Moura (2014) destaca que a prática docente deve ser entendida como um saber em construção, que se aperfeiçoa no confronto com os desafios cotidianos da sala de aula e nas interações com os colegas. Pacheco (2011), ao tratar da trajetória dos Institutos Federais, ressalta que é necessário criar espaços institucionais que incentivem a reflexão sobre a prática e o compartilhamento de experiências, fortalecendo a identidade docente e promovendo uma cultura de formação permanente. Souza (2020) também contribui ao evidenciar que a formação continuada deve estar articulada às diretrizes do currículo integrado, à realidade sociotécnica dos cursos e à perspectiva de formação integral dos estudantes.

Portanto, a formação docente para o ensino de Ciências na EPT deve ser compreendida como um processo contínuo, que se inicia na formação inicial, mas que depende de políticas institucionais de valorização e qualificação dos professores.

Tendo em vista as exigências do currículo integrado, é importante que o docente de Física seja capaz de atuar de forma interdisciplinar, contextualizada e crítica. Conforme argumenta Ramos (2014), a formação do professor da EPT deve possibilitar a apropriação dos fundamentos filosóficos, históricos e pedagógicos da educação profissional, bem como o domínio das técnicas e metodologias adequadas ao ensino de jovens e adultos em formação técnica. Dessa forma, será possível avançar na construção de uma prática educativa mais coerente com os princípios da EPT e mais efetiva na promoção da aprendizagem significativa dos estudantes.

2.6 Avaliação da Aprendizagem em Propostas Interdisciplinares

A avaliação no contexto da Educação Profissional e Tecnológica (EPT) exige uma abordagem que vá além da mera aferição de resultados, assumindo o compromisso com a formação integral dos estudantes, principalmente quando articulada a propostas interdisciplinares. Neste sentido, é importante compreender que a avaliação não pode se limitar à verificação de conteúdos isolados, mas deve funcionar como um processo dinâmico e contínuo de reflexão sobre a aprendizagem, favorecendo a autonomia do aluno e o aperfeiçoamento da prática docente. Conforme argumenta Moreira (2011), a avaliação formativa, especialmente em ambientes de ensino integrador, deve estar orientada para a compreensão de como o estudante constrói o conhecimento, articulando saberes científicos, técnicos e sociais. Moura (2014), ao tratar da EPT, defende que a avaliação deve estar conectada ao projeto político-pedagógico da instituição, acompanhando os princípios de integração curricular, interdisciplinaridade e desenvolvimento humano.

Tendo em vista a complexidade dos processos de ensino-aprendizagem em propostas interdisciplinares, torna-se necessário repensar os fundamentos teóricos que sustentam a prática avaliativa. A avaliação formativa, diferente da avaliação somativa, ocorre durante o percurso do processo educativo e tem por finalidade diagnosticar avanços e dificuldades, contribuindo para o redirecionamento das ações pedagógicas. Lima e Santos (2020) indicam que essa abordagem permite que professores e estudantes compartilhem responsabilidades no processo avaliativo, transformando-o em uma prática reflexiva. Segundo Valente (2009), ao promover o acompanhamento contínuo da aprendizagem, a avaliação formativa valoriza os resultados e o percurso do estudante, possibilitando maior compreensão sobre sua

evolução e sobre as estratégias pedagógicas que melhor se adequam às suas necessidades.

No contexto da interdisciplinaridade, os instrumentos de avaliação precisam ser coerentes com a lógica de articulação entre áreas do conhecimento. Em projetos interdisciplinares, não é suficiente avaliar os conteúdos de cada disciplina separadamente; é necessário considerar a complexidade das relações estabelecidas e os modos pelos quais os estudantes mobilizam diferentes saberes para resolver problemas significativos. Souza (2022), ao analisar práticas pedagógicas no Ensino Médio Integrado, destaca que a avaliação deve ser pensada como um processo colaborativo, envolvendo critérios claros, construídos coletivamente, e instrumentos variados, como portfólios, projetos temáticos, autoavaliações, rubricas e registros reflexivos. Filho et al. (2011) ressaltam que o uso de experimentações interdisciplinares no ensino de Física possibilita múltiplas formas de expressão do conhecimento, o que requer flexibilidade dos instrumentos avaliativos e reconhecimento da diversidade de estratégias cognitivas dos estudantes.

A construção de critérios de avaliação também assume um papel importante na efetividade das propostas interdisciplinares. Por um lado, os critérios devem refletir os objetivos de aprendizagem previamente estabelecidos; por outro, devem ser amplos o suficiente para abarcar as dimensões cognitivas, procedimentais e atitudinais envolvidas na atividade. Moreira (2017) observa que, em contextos interdisciplinares, os critérios precisam valorizar a capacidade do aluno de integrar diferentes conhecimentos, comunicar-se com clareza, resolver problemas reais e trabalhar em equipe. Mercado (1999) reforça que a clareza e a coerência dos critérios avaliativos são fundamentais para assegurar a transparência do processo e promover o engajamento dos estudantes, uma vez que contribuem para que compreendam como serão avaliados e quais competências precisam desenvolver.

Outro aspecto importante diz respeito à função reguladora da avaliação. Quando realizada de forma reflexiva e contínua, ela fornece informações relevantes para que professores e alunos compreendam os avanços alcançados, as dificuldades enfrentadas e as possibilidades de reorientação do processo de ensino. Conforme argumenta Moreira (2011), a avaliação deve ser entendida como um momento privilegiado de mediação pedagógica, por meio da qual se estabelece um diálogo entre as expectativas docentes e as vivências dos estudantes. Moura (2014), ao tratar da prática docente na EPT, enfatiza que a avaliação deve valorizar o conhecimento

prévio dos alunos, suas experiências socioculturais e seu contexto de vida, reconhecendo-os como sujeitos ativos na construção do saber.

No contexto específico da EPT, onde se busca a integração entre formação geral e técnica, a avaliação assume um caráter ainda mais complexo. Garcia (1995) observa que, historicamente, os cursos técnicos mantiveram uma cultura avaliativa voltada para a repetição de conteúdos e a valorização de saberes técnicos desvinculados da formação humana. No entanto, a proposta do Ensino Médio Integrado, ao romper com a fragmentação curricular, exige novas formas de compreender e conduzir a avaliação. Pacheco (2011), ao discutir os Institutos Federais, aponta que as práticas avaliativas devem acompanhar a proposta pedagógica das instituições, contribuindo para a formação crítica e reflexiva dos estudantes, com base em metodologias que articulem trabalho, ciência, cultura e tecnologia.

A utilização de diferentes tecnologias também pode contribuir para diversificar os instrumentos avaliativos e favorecer práticas formativas. Lima e Santos (2020) mostram que os ambientes digitais oferecem ferramentas que facilitam a construção de avaliações diagnósticas, a aplicação de atividades interativas, o monitoramento da aprendizagem e a devolutiva personalizada. Esses recursos permitem maior dinamismo no acompanhamento do estudante, ampliando as possibilidades de intervenção pedagógica e adaptando as estratégias de ensino aos diferentes estilos de aprendizagem. Valente (2009) reforçam que o uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação pode ser especialmente eficaz em contextos interdisciplinares, uma vez que favorece a integração de múltiplas linguagens e a produção colaborativa do conhecimento.

É importante destacar ainda o papel da avaliação como instrumento de formação docente. Ao refletir sobre os resultados das avaliações, os professores podem identificar padrões de dificuldade, repensar suas metodologias e aprimorar suas práticas. Moura (2014) defende que a avaliação, nesse sentido, contribui para o desenvolvimento do estudante, bem como para o aperfeiçoamento do trabalho docente e para a construção de uma cultura de ensino pautada pela pesquisa e pela inovação. Ramos (2014) complementa que, na EPT, a avaliação precisa ser entendida como um processo coletivo, institucionalizado e sistemático, que dialogue com os fundamentos da formação integrada e com os princípios democráticos da educação pública.

Portanto, a avaliação da aprendizagem em propostas interdisciplinares não pode ser reduzida a uma prática técnica, voltada para a mensuração de resultados, mas deve ser concebida como um processo pedagógico complexo, reflexivo e situado. Sua efetividade depende da clareza dos objetivos formativos, da coerência dos instrumentos utilizados, da participação ativa dos estudantes e da articulação com o projeto educativo da instituição. Conforme argumenta Moreira (2017), avaliar é um ato político e pedagógico, que deve estar a serviço da emancipação dos sujeitos e da construção de práticas educativas mais humanas, justas e significativas.

3 METODOLOGIA

A presente investigação insere-se no campo da Educação Profissional e Tecnológica (EPT), com ênfase na prática docente no ensino de Física e no desenvolvimento de um Produto Educacional voltado para a integração entre os conteúdos de Física Moderna e o contexto técnico da Radiologia. Neste sentido, a caracterização metodológica da pesquisa deve considerar a natureza do problema de investigação e os objetivos que orientam a proposta e os referenciais epistemológicos que fundamentam sua abordagem.

A natureza da pesquisa é aplicada, uma vez que se busca intervir diretamente na realidade escolar por meio da implementação de uma estratégia didático-pedagógica inovadora, que poderá ser utilizada como recurso de apoio ao ensino de Física nos cursos técnicos integrados. Conforme argumenta Marconi e Lakatos (2011), a pesquisa aplicada visa produzir conhecimentos para aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos. Portanto, o estudo não se restringe à descrição de fenômenos, mas propõe uma intervenção educativa com fins formativos e avaliativos, alinhando-se aos princípios da pesquisa aplicada.

O projeto que fundamenta este estudo, por envolver a participação de seres humanos, foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Instituto Federal da Paraíba (IFPB). Em seguida, foi encaminhado automaticamente à Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) por meio da Plataforma Brasil, obtendo parecer favorável nº 7.113.744. A instituição em que a pesquisa foi realizada autorizou formalmente a execução do estudo.

Do ponto de vista dos objetivos, esta é uma pesquisa de natureza exploratória e descritiva. É exploratória porque busca compreender as dificuldades que os estudantes enfrentam ao aprender conceitos de Física Moderna no contexto da EPT, e também investigar como a contextualização com conteúdos da Radiologia pode favorecer esse processo. Trata-se de uma área ainda pouco explorada, especialmente no que tange à produção de materiais didáticos que articulem de maneira sistemática os conteúdos físicos com os saberes técnicos do campo da saúde. A natureza descritiva da pesquisa se evidencia na intenção de mapear percepções, comportamentos e padrões de resposta dos alunos, antes e após a aplicação do Produto Educacional, conforme orienta Gil (1999), ao destacar que a pesquisa descritiva busca descrever as características de um fenômeno ou a relação entre variáveis.

A abordagem metodológica adotada será mista, integrando procedimentos qualitativos e quantitativos na coleta e análise dos dados. Por um lado, a abordagem qualitativa permitirá compreender as percepções, expectativas e experiências dos estudantes em relação ao uso da radiologia como recurso didático. Por outro, a abordagem quantitativa possibilitará mensurar os efeitos da intervenção no desempenho dos alunos, por meio de dados estatísticos obtidos em instrumentos estruturados, como questionários com escalas e testes diagnósticos. Conforme defendem Marconi e Lakatos (2007), a utilização de métodos mistos permite uma análise mais completa e integrada da realidade educacional, especialmente em pesquisas que envolvem práticas pedagógicas.

A escolha por uma abordagem metodológica híbrida justifica-se também pela natureza do Produto Educacional a ser desenvolvido: um e-book interativo com simulações, recursos visuais e materiais de apoio, voltado para o ensino contextualizado da Física no campo da Radiologia. A avaliação desse tipo de material exige tanto a análise subjetiva das percepções dos estudantes quanto a coleta de dados objetivos sobre seu impacto no processo de aprendizagem. Dessa forma, a metodologia adotada busca contemplar essas múltiplas dimensões, oferecendo subsídios consistentes para a validação e o aprimoramento da proposta.

Quanto ao delineamento metodológico, a pesquisa segue uma perspectiva de intervenção didática com base nos princípios da pesquisa educacional empírica, estruturada a partir da delimitação do problema, definição de objetivos, seleção dos sujeitos, elaboração de instrumentos de coleta de dados, construção e aplicação do

Produto Educacional e análise dos resultados obtidos. Como observa Cervo e Bervian (2002), esse tipo de pesquisa exige uma organização sistemática das etapas, de modo a garantir a coerência entre o referencial teórico, os métodos empregados e os dados analisados.

O objeto de estudo da pesquisa é delimitado à análise das dificuldades enfrentadas por alunos dos cursos técnicos integrados na aprendizagem de conteúdos de Física Moderna e à verificação da contribuição do e-book baseado na radiologia como estratégia pedagógica para superar esses obstáculos. A delimitação do objeto não se restringe a uma disciplina ou conteúdo específico, mas abrange a interface entre os conhecimentos científicos (físicos), técnicos (radiológicos) e pedagógicos, em consonância com os pressupostos do Ensino Médio Integrado (Brasil, 2008).

A escolha da temática parte da constatação empírica de que os conteúdos de Física Moderna frequentemente são abordados de forma abstrata e descontextualizada nas aulas de Física, dificultando sua compreensão e aplicação pelos alunos. Conforme argumenta Moreira (2017), a Física Moderna representa um dos maiores desafios para o ensino dessa disciplina, devido à complexidade conceitual e à distância entre os temas e a vivência cotidiana dos estudantes. Ao aproximar esses conteúdos da prática profissional do aluno, por meio da radiologia, pretende-se proporcionar uma aprendizagem mais significativa e contextualizada.

Dessa forma, a metodologia adotada está alinhada à proposta do ProfEPT, especialmente à linha de pesquisa "Práticas Educativas em Educação Profissional e Tecnológica", que tem como objetivo desenvolver metodologias e recursos didáticos inovadores que promovam a aprendizagem significativa e a integração curricular. A pesquisa se articula, portanto, com os fundamentos epistemológicos da EPT, que valorizam o trabalho como princípio educativo e o conhecimento como prática social, conforme enfatiza Ramos (2014) em sua abordagem crítica sobre a formação integrada.

Outro aspecto importante a ser considerado é o caráter institucional e coletivo da pesquisa. O desenvolvimento do Produto Educacional será acompanhado por docentes da área de Física e profissionais da Radiologia, que atuarão como consultores durante o processo de elaboração e validação dos conteúdos. Essa articulação entre saberes pedagógicos e técnicos é indispensável para assegurar a consistência científica do material e sua relevância para o contexto educacional onde

será aplicado. A colaboração entre diferentes profissionais também reforça a natureza interdisciplinar da proposta, uma vez que integra conhecimentos oriundos de diferentes áreas do saber.

3.1 Contexto da Investigação, Sujeitos e Procedimentos de Coleta

A presente investigação será realizada no âmbito da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, mais especificamente no Instituto Federal da Paraíba (IFPB) – Campus João Pessoa, instituição pública que oferta cursos de Ensino Médio Integrado (EMI) e subsequentes nas áreas de Eletrotécnica e Eletrônica. Tendo em vista que a proposta da pesquisa está diretamente vinculada à realidade dos cursos técnicos integrados e ao ensino de Física no contexto da EPT, a escolha dessa instituição justifica-se pela sua relevância regional, pelo perfil de seus cursos e pelo alinhamento com os objetivos do ProfEPT, programa ao qual este trabalho está vinculado.

O Campus João Pessoa caracteriza-se por uma estrutura consolidada, corpo docente qualificado e ampla oferta de cursos técnicos e superiores, o que favorece a realização de pesquisas educacionais com base em práticas pedagógicas inovadoras. A instituição conta com laboratórios, biblioteca, ambientes de informática e recursos multimídia, o que possibilita a aplicação de propostas didáticas que envolvam tecnologias digitais e materiais interativos, como o e-book proposto neste estudo. A escolha por esse ambiente acadêmico decorre também da sua experiência com projetos de pesquisa e extensão voltados à melhoria da qualidade do ensino, bem como do acesso facilitado aos sujeitos da pesquisa.

O público-alvo da investigação será composto por estudantes do último ano dos cursos técnicos integrados ao ensino médio das áreas já mencionadas. A escolha desses cursos decorre da relação direta que seus componentes curriculares mantêm com os conteúdos da Física Moderna, especialmente aqueles ligados ao eletromagnetismo, à radioatividade e às aplicações tecnológicas em ambientes de saúde e engenharia. Portanto, os alunos desses cursos representam um público adequado para a análise da proposta didática que articula conceitos físicos e procedimentos técnicos da Radiologia.

A definição dos sujeitos da pesquisa será realizada por meio de amostragem probabilística, do tipo aleatória simples, garantindo que todos os estudantes

matriculados no último ano dos cursos em questão tenham chances iguais de participar. Conforme destacam Marconi e Lakatos (2007), esse tipo de amostragem permite representatividade sem necessidade de grandes populações, o que favorece a generalização dos dados obtidos. A amostra corresponderá a aproximadamente 20% dos estudantes concluintes de cada curso, estimando-se um total de 25 a 30 participantes. Esse número é considerado suficiente para permitir a coleta de dados quantitativos relevantes, bem como a análise qualitativa das percepções dos alunos quanto ao uso do Produto Educacional.

A escolha dos sujeitos será precedida de um convite formal por meio da coordenação dos cursos, assegurando o direito à não participação e o anonimato dos dados coletados. Todos os participantes assinarão um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme previsto nas diretrizes éticas da pesquisa com seres humanos. A adesão à pesquisa será voluntária e não acarretará qualquer forma de avaliação acadêmica, evitando possíveis constrangimentos ou implicações institucionais.

Os instrumentos de coleta de dados utilizados serão três questionários estruturados, aplicados em momentos distintos: o primeiro será aplicado antes da utilização do Produto Educacional, com o intuito de identificar o conhecimento prévio dos alunos, suas dificuldades em relação aos conceitos de Física Moderna e suas percepções sobre a relação entre teoria e prática no curso técnico. O segundo questionário será aplicado após a utilização do e-book, buscando avaliar os efeitos da intervenção no desempenho acadêmico, no interesse pelo conteúdo e na compreensão conceitual. Ambos os questionários conterão perguntas abertas e fechadas, de forma a permitir tanto a quantificação estatística quanto a análise qualitativa das respostas. Por último, um questionário aplicado aos docentes para deixem suas impressões e avaliação sobre o produto educacional.

A construção dos questionários será orientada por três eixos principais: (1) compreensão dos conceitos físicos; (2) percepção dos alunos sobre a integração entre Física e Radiologia; e (3) avaliação da experiência de aprendizagem com o uso do e-book. A elaboração das questões tomará como base estudos anteriores sobre avaliação formativa no ensino de Ciências (Moreira, 2011) e as diretrizes para construção de instrumentos educacionais com validade pedagógica (Gil, 2002).

O primeiro questionário será composto por itens que abordam o grau de familiaridade dos estudantes com temas como radioatividade, radiações ionizantes,

imagem radiológica e propriedades da matéria, bem como perguntas sobre suas dificuldades e motivações em aprender Física. Serão utilizadas escalas Likert para mensurar atitudes e percepções, além de perguntas abertas para aprofundar a compreensão qualitativa dos dados. A aplicação será realizada de forma presencial, em sala de aula, com o apoio dos professores responsáveis pelos componentes curriculares de Física e Projeto Integrador.

Após a aplicação do Produto Educacional — o *e-book* interativo —, o segundo questionário será aplicado com o mesmo grupo de estudantes, a fim de possibilitar a comparação entre os dois momentos da pesquisa. Essa estratégia metodológica visa mensurar os efeitos da intervenção de forma sistemática, identificando possíveis avanços na aprendizagem, mudanças de percepção e aspectos a serem aperfeiçoados no material. Essa etapa também permitirá coletar sugestões dos próprios estudantes quanto à melhoria da proposta didática.

Os dados coletados nos dois momentos da pesquisa serão organizados em categorias e analisados de acordo com os objetivos específicos do estudo. Os dados quantitativos serão tabulados e representados em gráficos e tabelas, permitindo a observação de padrões e tendências. Já os dados qualitativos serão analisados à luz da técnica de análise de conteúdo, conforme proposta por Bardin (2016), possibilitando a identificação de unidades de sentido e a interpretação dos discursos dos alunos com base em categorias previamente definidas e emergentes. Ainda serão analisados os dados com as impressões dos docentes acerca do produto educacional apresentado aos alunos.

3.2 Desenvolvimento e Validação do Produto Educacional

O desenvolvimento do Produto Educacional (PE) nesta pesquisa será pautado em princípios didático-pedagógicos alinhados aos objetivos do Ensino Médio Integrado e às demandas formativas da Educação Profissional e Tecnológica (EPT). Trata-se da elaboração de um *e-book* interativo, cuja função será auxiliar na mediação do ensino de conceitos da Física Moderna, com ênfase em aplicações no campo da Radiologia, tomando como referência a realidade dos cursos técnicos integrados da Rede Federal.

O processo de construção do *e-book* será organizado em três etapas: planejamento, elaboração e validação. No planejamento, definir-se-ão os objetivos

pedagógicos, os conteúdos a serem abordados, a estrutura de apresentação e os recursos interativos a serem utilizados. Essa definição será pautada tanto pelas diretrizes curriculares da área técnica quanto pelas necessidades identificadas junto aos docentes colaboradores, buscando articular conteúdos conceituais e situações práticas contextualizadas. Pretende-se que o material contribua para o desenvolvimento da aprendizagem significativa e do raciocínio interdisciplinar, conforme proposto por Moreira (2011).

Durante a elaboração do material, serão produzidos textos explicativos, infográficos, esquemas, animações e atividades interativas, organizados de forma modular e com linguagem acessível. O conteúdo será estruturado em cinco módulos temáticos: (1) Introdução à Física Moderna; (2) Fundamentos físicos da Radiologia; (3) Radiações e matéria biológica; (4) Imagem diagnóstica e equipamentos; e (5) Ética, segurança e legislação sobre radiações ionizantes. O e-book será criado com uso de ferramentas digitais gratuitas e acessíveis, como Canva, PowerPoint, Genially e PDF interativo, assegurando navegabilidade, flexibilidade de acesso e possibilidade de replicação por outros docentes.

Espera-se que o formato digital e interativo do Produto Educacional favoreça tanto o estudo autônomo quanto sua integração ao contexto da sala de aula, promovendo a mediação entre o saber científico e o saber técnico. Os módulos contarão com estudos de caso inspirados em situações do cotidiano profissional da área de Radiologia, articulando os conceitos da Física com os contextos aplicados dos exames por imagem. A proposta será construída com base em referenciais teóricos que valorizam o ensino contextualizado e a interdisciplinaridade (MOURA, 2014; MOREIRA, 2017).

Após finalizada a versão preliminar do e-book, será iniciada a fase de validação técnica e pedagógica. A validação técnica consistirá na revisão do conteúdo por profissionais da área da Radiologia e por docentes de Física com experiência em ensino técnico. Cada avaliador será convidado formalmente e receberá um formulário específico de avaliação, contendo critérios como precisão conceitual, coerência entre texto e imagem, pertinência dos exemplos utilizados e clareza na linguagem. Eventuais sugestões de ajustes serão incorporadas à versão final do material antes de sua aplicação com os estudantes.

A validação pedagógica, por sua vez, será conduzida com base em pareceres de professores da Educação Profissional que atuam nos cursos de Eletrotécnica e

Eletrônica do Instituto Federal da Paraíba – Campus João Pessoa, instituição onde a pesquisa será realizada. Esses docentes serão convidados a avaliar aspectos relacionados à aplicabilidade didática do e-book, seu alinhamento com o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) e sua adequação às demandas de ensino da Física Moderna. Conforme orienta Gil (2002), a participação de especialistas é indispensável para assegurar a pertinência educacional de materiais desenvolvidos no âmbito de pesquisas aplicadas.

Com o material validado, será iniciada a etapa de aplicação experimental do Produto Educacional junto aos alunos do último ano dos cursos técnicos integrados. O e-book será disponibilizado em meio digital, com acesso via dispositivos móveis ou computadores do laboratório de informática da instituição. A aplicação ocorrerá durante o segundo bimestre letivo, no contexto das aulas regulares da disciplina de Física, com o acompanhamento do professor responsável e com a mediação do pesquisador. Durante esse processo, será realizado um registro sistemático das percepções dos alunos por meio de observações, diários de bordo e questionários.

A proposta será aplicada ao longo de três semanas, considerando um módulo por semana e um encontro final para discussão coletiva dos temas abordados. A avaliação do Produto Educacional pelos estudantes será feita com base em um questionário estruturado, composto por questões abertas e fechadas, abordando a clareza conceitual, o interesse pelo conteúdo, a relação entre teoria e prática, e a aplicabilidade do conhecimento no contexto técnico-profissional. Os instrumentos de avaliação serão previamente validados por especialistas, com base nos critérios metodológicos apresentados por Marconi e Lakatos (2007).

A análise dos dados coletados será realizada de forma quantitativa e qualitativa. Os dados quantitativos, oriundos das questões fechadas do questionário, serão organizados em tabelas e gráficos e submetidos a análise estatística descritiva. Já os dados qualitativos, provenientes dos registros escritos dos alunos e das questões abertas, serão analisados por meio da técnica de análise de conteúdo, conforme a proposta de Bardin (2016). As categorias de análise serão definidas com base nos objetivos da pesquisa e no referencial teórico adotado.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na pesquisa foram aplicados três questionários distintos: o primeiro,

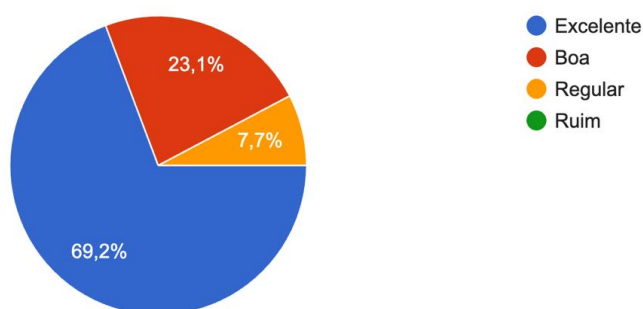
direcionado aos docentes, teve como objetivo coletar percepções sobre o uso e a relevância do e-book como recurso didático; o segundo, aplicado aos discentes antes da utilização do e-book, buscou sondar os conhecimentos prévios e o interesse dos estudantes em relação aos temas abordados; e o terceiro, também destinado aos discentes, foi realizado após o uso do material, a fim de avaliar os impactos do e-book na aprendizagem e no engajamento dos alunos.

4.2 PARTE 1 - Questionário aplicado aos docentes para avaliação do e-book

Gráfico 1- Clareza e coerência textual

1. Clareza e coerência textual

13 respostas



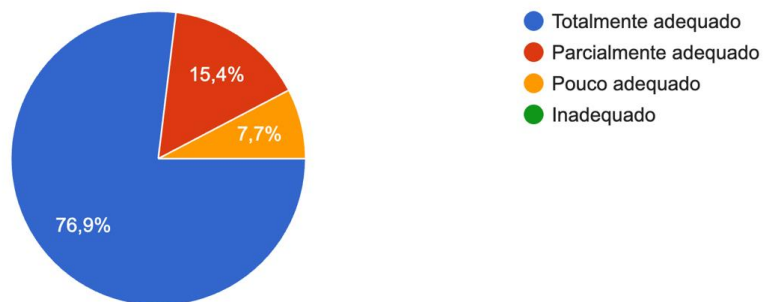
Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

O gráfico 1 demonstra que a clareza e a coerência textual foram avaliadas de forma bastante positiva pelos 13 respondentes, sendo que 69,2% consideraram o texto excelente e 23,1% avaliaram como bom, totalizando mais de 92% de aprovação; apenas 7,7% o classificaram como regular e não houve avaliações negativas, o que evidencia que o material foi bem recebido, embora pequenos ajustes ainda possam contribuir para alcançar unanimidade na percepção de excelência.

Gráfico 2 - Adequação do conteúdo

2. Adequação do conteúdo ao público-alvo (ensino médio técnico)

13 respostas



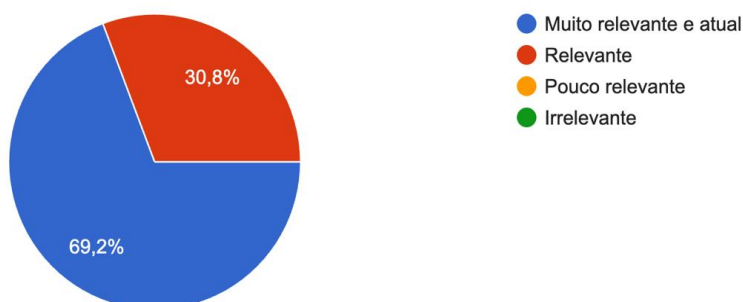
Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

O gráfico 2 sobre a adequação do conteúdo ao público-alvo (ensino médio técnico), com base em 13 respostas, evidencia que a maior parte dos participantes (76,9%) considerou o material totalmente adequado, o que demonstra alinhamento entre a proposta e o nível de conhecimento esperado desse público. Além disso, 15,4% avaliaram como parcialmente adequado, sugerindo que, embora o conteúdo esteja próximo da realidade dos estudantes, pode demandar ajustes em linguagem, exemplos ou profundidade de abordagem. Apenas 7,7% julgaram o conteúdo pouco adequado, apontando que para uma pequena parcela o material não atendeu de forma satisfatória às necessidades de compreensão. Importante destacar que não houve respostas indicando inadequação total, o que reforça a percepção de pertinência do conteúdo para o público-alvo. Assim, a análise permite inferir que o material é amplamente bem aceito, mas recomenda-se a realização de ajustes pontuais para contemplar diferentes níveis de compreensão dentro do ensino médio técnico.

Gráfico 3- Atualidade e relevância

3. Atualidade e relevância dos temas abordados

13 respostas



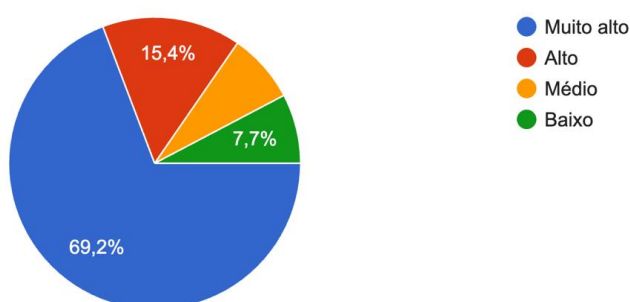
Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

O gráfico 3 referente à atualidade e relevância dos temas abordados, com 13 respostas, mostra que a maioria dos participantes (69,2%) considera os temas muito relevantes e atuais, enquanto 30,8% os classificaram como relevantes, não havendo avaliações negativas de pouca relevância ou irrelevância; esses resultados indicam que os conteúdos escolhidos estão alinhados às demandas contemporâneas e ao interesse do público, reforçando a pertinência da proposta e evidenciando que o material cumpre seu papel de forma eficaz.

Gráfico 4 - Potencial do material

4. Potencial do material para despertar o interesse dos estudantes

13 respostas



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

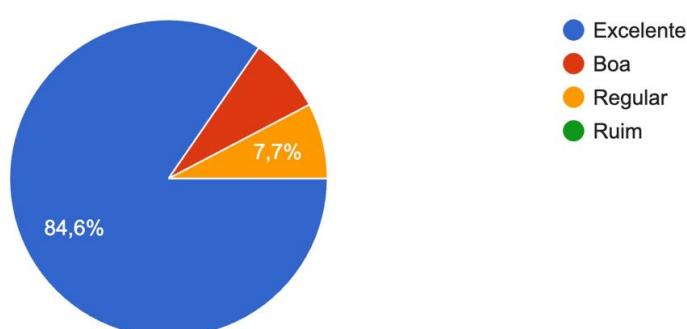
O gráfico 4 demonstra que a grande maioria dos respondentes considera que o material tem um potencial muito alto para despertar o interesse dos estudantes, correspondendo a 69,2% das respostas. Um percentual menor, de 15,4%, classificou

esse potencial como alto, enquanto 7,7% atribuíram uma avaliação baixa e apenas uma pequena parcela indicou potencial médio. Esses resultados indicam que o material é amplamente percebido como eficaz para engajar os estudantes.

Gráfico 5- Qualidade visual e gráfica

5. Qualidade visual e gráfica do e-book (organização, ilustrações, layout)

13 respostas



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

O gráfico 5 demonstra que a maioria absoluta dos respondentes avaliou a qualidade visual e gráfica do e-book como “Excelente” (84,6%), seguida de “Boa” (7,7%). Apenas uma pequena parcela (7,7%) classificou como “Regular”, e não houve registros de avaliação “Ruim”.

Esse resultado indica um alto nível de aprovação do material em termos de estética, organização e clareza visual, evidenciando que o design gráfico e os elementos visuais foram eficientes em apoiar a compreensão do conteúdo. A predominância de avaliações positivas sugere que o e-book conseguiu aliar aspectos técnicos (organização de informações) e pedagógicos (uso de ilustrações e layout) de maneira satisfatória.

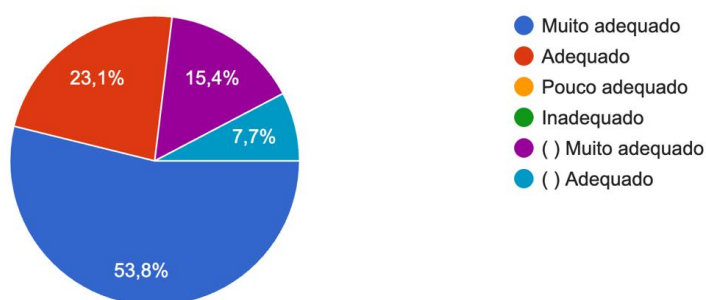
O pequeno percentual de respostas “Regular” sugere que, embora a experiência gráfica tenha sido bem recebida, ainda há espaço para ajustes pontuais, como maior padronização das ilustrações, melhoria na diagramação ou incremento de elementos visuais em algumas seções específicas.

De modo geral, os dados confirmam que a apresentação visual do e-book foi um dos pontos fortes do material, funcionando como facilitador para o aprendizado, ao mesmo tempo em que sinalizam oportunidades de refinamento para alcançar a unanimidade na percepção dos usuários.

Gráfico 6- Uso adequado da linguagem científica

6. Uso adequado da linguagem científica em nível acessível

13 respostas



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

O gráfico 6 evidencia que a maioria dos respondentes percebeu o uso da linguagem científica no e-book como “Muito adequado” (53,8%), seguido por “Adequado” (23,1%). Além disso, 15,4% avaliaram novamente como “Muito adequado” (duplicação de categoria observada no instrumento), enquanto apenas 7,7% consideraram “Inadequado”.

Esse resultado demonstra que a maior parte dos avaliadores reconheceu o esforço em tornar conceitos científicos acessíveis, sem comprometer a precisão acadêmica. O predomínio das respostas positivas (somando mais de 90% entre “muito adequado” e “adequado”) revela que o material foi bem-sucedido em traduzir a complexidade científica para um público mais amplo, mantendo a clareza e objetividade.

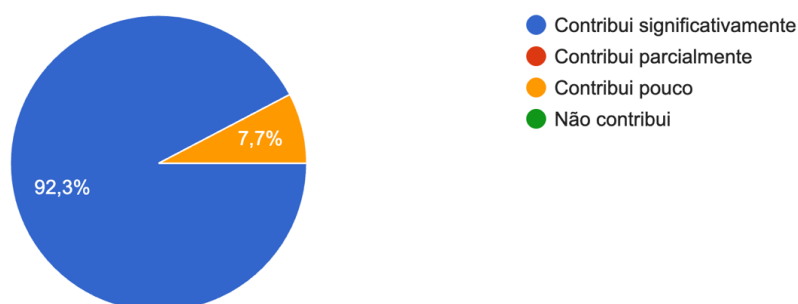
Entretanto, a pequena porcentagem que considerou a linguagem inadequada indica a necessidade de ajustes pontuais. Isso pode significar que, em alguns trechos, a terminologia científica ainda se manteve excessivamente técnica ou pouco explicada, dificultando a compreensão para leitores com menor familiaridade com o tema.

De modo geral, os dados reforçam que o e-book conseguiu equilibrar o rigor científico com a acessibilidade da linguagem, sendo esse um de seus diferenciais pedagógicos. Ainda assim, o apontamento crítico sugere que revisões direcionadas, como o uso de exemplos práticos, glossário de termos técnicos e explicações adicionais, podem contribuir para tornar a linguagem ainda mais inclusiva e democrática.

Gráfico 7- Contribuição para o ensino da física

7. Contribuição do e-book para o ensino de Física Moderna

13 respostas



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

O gráfico 7 demonstra um alto nível de reconhecimento da relevância pedagógica do e-book, visto que 92,3% dos respondentes afirmaram que o material contribui significativamente para o ensino de Física Moderna. Apenas 7,7% consideraram que o e-book contribui pouco, e não houve registros nas categorias “contribui parcialmente” ou “não contribui”.

Esse resultado reforça a eficácia do e-book enquanto recurso didático, uma vez que sua aceitação expressiva sugere que ele auxilia tanto na compreensão de conceitos complexos quanto no apoio ao processo de ensino-aprendizagem. O predomínio de avaliações extremamente positivas evidencia que o material não apenas complementa os conteúdos tradicionais, mas também agrega valor à prática docente, ampliando as possibilidades metodológicas para o professor e enriquecendo a experiência de aprendizagem dos estudantes.

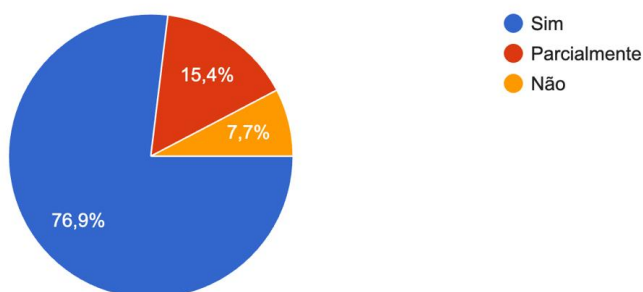
A baixa incidência de respostas críticas (7,7%) pode estar associada a percepções individuais, como a expectativa de conteúdos mais aprofundados em determinadas seções ou maior variedade de exemplos práticos aplicados à realidade

escolar. Ainda assim, essa proporção é pouco significativa diante da forte aprovação geral.

Portanto, os dados confirmam que o e-book cumpre seu papel central de inovação e apoio didático no ensino de Física Moderna, sendo percebido pela maioria como uma ferramenta capaz de potencializar a aprendizagem e dinamizar a abordagem desse campo da ciência.

Gráfico 8- potencial para usar em sala de aula

8. O material possui potencial para ser utilizado em sala de aula?
13 respostas



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

Os dados revelam que a grande maioria dos respondentes considera o e-book um recurso didático com alto potencial para utilização em sala de aula, sendo que 76,9% responderam “Sim”. Outros 15,4% avaliaram que o material atende parcialmente a esse propósito, enquanto apenas 7,7% acreditam que ele não possui potencial para uso em sala de aula.

Esse resultado evidencia que o e-book é percebido como uma ferramenta pedagógica relevante, com aplicabilidade prática no ambiente escolar. O elevado índice de respostas positivas demonstra que o material reúne qualidades necessárias para apoiar o processo de ensino, como clareza na exposição dos conceitos, organização didática e recursos complementares que favorecem a aprendizagem.

As respostas “parcialmente” e “não” indicam, contudo, a necessidade de ajustes específicos para ampliar sua eficácia em diferentes contextos educacionais. Esses ajustes podem incluir maior adaptação da linguagem ao nível de escolaridade dos estudantes, diversificação de exemplos aplicados ao cotidiano ou inclusão de sugestões de atividades didáticas que favoreçam a mediação do professor em sala

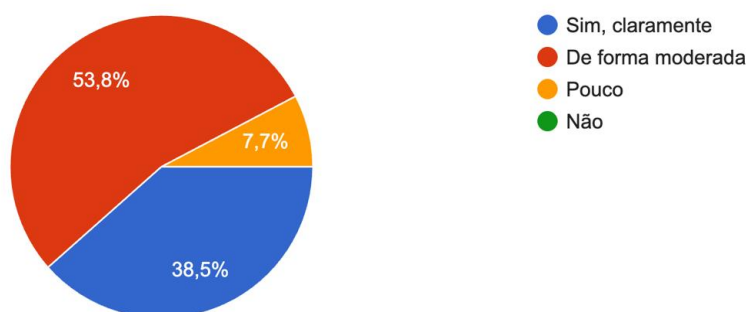
de aula.

Em síntese, os resultados confirmam que o e-book apresenta forte potencial pedagógico, sendo reconhecido pela maioria como um recurso útil e aplicável em contextos de ensino de Física Moderna, ao mesmo tempo em que sinalizam oportunidades de refinamento para ampliar sua aceitação universal.

Gráfico 9- E-Book favorece a interdisciplinaridade

9. O e-book favorece a interdisciplinaridade com outras áreas?

13 respostas



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

A análise dos dados no gráfico 9 mostra que a maioria dos participantes percebeu o e-book como um recurso capaz de promover a interdisciplinaridade, ainda que em diferentes níveis. 53,8% dos respondentes avaliaram que o material favorece a interdisciplinaridade “de forma moderada”, enquanto 38,5% reconheceram que o e-book contribui claramente para a integração entre áreas do conhecimento. Apenas 7,7% consideraram que o material favorece “pouco” a interdisciplinaridade, e não houve respostas indicando ausência total dessa característica.

Esse panorama indica que o e-book possui potencial para estabelecer conexões entre a Física Moderna e outras áreas do saber, como Matemática, Química, Biologia, História e até mesmo Filosofia, mas que tais relações poderiam ser mais exploradas. A predominância de respostas na categoria “de forma moderada” sugere que, embora existam pontos de interligação, eles não foram suficientemente enfatizados para a maioria dos leitores.

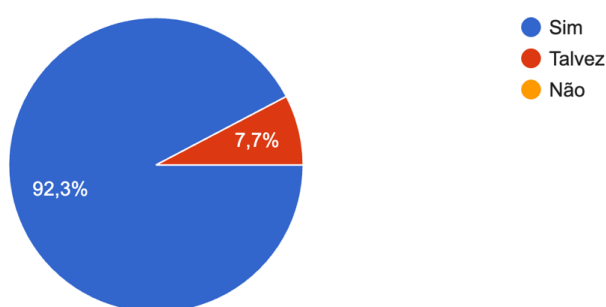
Assim, o resultado sinaliza um caminho de aprimoramento importante: investir em exemplos e atividades que evidenciem mais claramente os vínculos

interdisciplinares, fortalecendo o diálogo entre ciência e outras dimensões do conhecimento humano. Isso pode incluir estudos de caso, propostas de projetos integrados ou a contextualização histórica e social das descobertas da Física Moderna.

Portanto, ainda que os dados revelem um reconhecimento positivo da interdisciplinaridade no material, fica evidente a necessidade de ampliar estratégias que tornem essa característica mais evidente e sistemática, transformando o e-book em um recurso ainda mais rico e abrangente.

Gráfico 10- Recomendações

10. Recomendaria esse material para outros docentes?
13 respostas



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

Os resultados do gráfico 10 revelam um índice de forte aprovação entre os participantes. A maioria expressiva, 92,3% dos respondentes, afirmou que recomendaria o material a outros docentes, enquanto apenas 7,7% demonstraram dúvida ao selecionar a opção “Talvez”. Importante destacar que nenhum dos avaliadores optou pela resposta “Não”, o que reforça a legitimidade e qualidade do e-book como recurso pedagógico.

Esse cenário evidencia que o material não apenas cumpre suas funções didáticas, mas também possui alto potencial de disseminação entre a comunidade acadêmica e escolar. A recomendação por pares é um indicativo valioso de confiança e de reconhecimento da relevância do recurso no ensino da Física Moderna.

A pequena parcela de respostas “Talvez” sugere que, para alcançar unanimidade, ajustes adicionais podem ser necessários, como a inclusão de

atividades mais interativas, exemplos diversificados ou sugestões metodológicas explícitas que apoiem o docente em sala de aula.

De modo geral, o gráfico confirma que o e-book tem um impacto positivo e validado pelos professores, sendo considerado não apenas útil, mas também digno de ser compartilhado e adotado por outros profissionais da educação, fortalecendo seu papel como recurso didático inovador.

As respostas abertas revelam uma percepção amplamente positiva em relação ao e-book. Os avaliadores destacaram a qualidade do material, ressaltando aspectos como a clareza da linguagem, a dinâmica da leitura e a abordagem interessante dos conteúdos. Houve elogios específicos à organização ilustrativa, ao uso de links externos (como vídeos no YouTube) e ao caráter elegante e acessível da apresentação dos temas. Essas observações confirmam os resultados obtidos nos gráficos anteriores, que já evidenciavam um alto grau de aceitação do material.

Paralelamente, surgiram sugestões importantes para o aprimoramento do e-book. Entre elas, destacam-se:

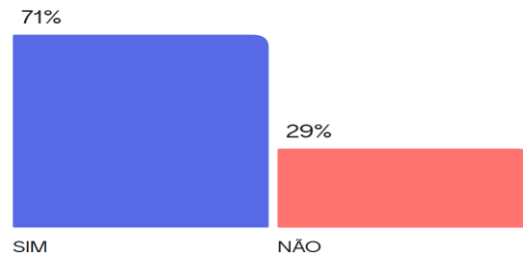
- Inserção de um glossário com os principais termos técnicos, a fim de facilitar a compreensão de leitores com menor familiaridade com a Física Moderna.
- Ampliação dos recursos visuais, incluindo diagramas, ilustrações, gráficos explicativos e fotografias, para tornar o conteúdo ainda mais didático e atrativo.
- Correção pontual de conteúdo, referente à troca dos símbolos h e f e à explicação sobre a origem de (Planck ou Einstein), o que demonstra atenção dos leitores quanto à precisão científica.
- Maior detalhamento por meio de ilustrações nos temas, reforçando a importância do aspecto visual como estratégia de ensino

No conjunto, os comentários evidenciam que o e-book já é percebido como um material de qualidade, inovador e de grande potencial pedagógico, mas também sinalizam caminhos para torná-lo ainda mais completo e acessível, especialmente no que se refere à inclusão de recursos complementares e ajustes conceituais.

4.2 PARTE 2 - Questionário de sondagem aplicado aos discentes

Gráfico 11- Relacionando a teoria da relatividade

1. Você já ouviu falar em Teoria da Relatividade?



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

O gráfico 11 demonstra que 71% dos participantes afirmaram já ter ouvido falar na Teoria da Relatividade, enquanto 29% declararam desconhecer o tema. Esse resultado revela um nível considerável de familiaridade com o conceito entre os respondentes, embora ainda haja uma parcela significativa que não teve contato com esse importante marco da Física moderna. Tal dado indica que, apesar da ampla difusão da figura de Albert Einstein na cultura popular, o ensino formal de conceitos relacionados à Relatividade ainda enfrenta desafios de abordagem e contextualização.

De acordo com Chassot (2003), a educação científica deve possibilitar que os sujeitos compreendam a ciência como uma construção humana e socialmente situada, e não apenas como um conjunto de fórmulas e leis abstratas. Nesse sentido, a presença de um número expressivo de pessoas que nunca ouviram falar na Teoria da Relatividade pode refletir limitações do currículo escolar, que tende a privilegiar conteúdos clássicos em detrimento de temas da Física moderna e contemporânea, conforme apontam Ostermann e Moreira (2000).

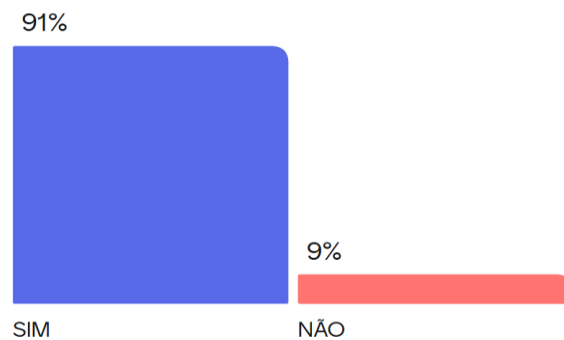
Além disso, a complexidade conceitual da teoria, somada à escassez de materiais didáticos acessíveis e à carência de formação continuada dos professores nessa área, contribui para a dificuldade de inserção do tema nas práticas pedagógicas. Para Mortimer (1996), a aprendizagem significativa em ciências depende da mediação de um discurso que relacione os conceitos científicos às experiências cotidianas dos alunos, promovendo uma reconstrução do conhecimento em níveis progressivos de compreensão.

Dessa forma, os resultados expressos no gráfico reforçam a necessidade de estratégias pedagógicas inovadoras e de maior investimento em divulgação científica, que favoreçam a aproximação entre o conhecimento científico e o público em geral. Abordagens que articulem teoria e prática, como o uso de tecnologias digitais, simulações computacionais e exemplos de aplicação da Relatividade em sistemas de GPS ou em tecnologias de comunicação, podem contribuir para a popularização e democratização do conhecimento científico (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2018).

Em síntese, o gráfico não apenas evidencia o nível de familiaridade do público com um dos fundamentos da Física moderna, mas também revela desafios estruturais no ensino e na comunicação científica, apontando para a urgência de políticas educacionais que incentivem a inserção efetiva da ciência contemporânea no contexto escolar e social.

Gráfico 12- Sobre Mecânica quântica

2. Você já ouviu falar em Mecânica Quântica?



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

O gráfico 12 revela que 91% dos participantes afirmaram já ter ouvido falar em Mecânica Quântica, enquanto apenas 9% declararam não conhecer o tema. Esse resultado demonstra um nível expressivo de familiaridade do público com o termo, possivelmente decorrente da ampla presença da Física Quântica no discurso midiático contemporâneo, especialmente em filmes, séries, documentários e notícias sobre avanços tecnológicos. No entanto, o reconhecimento do termo não implica necessariamente a compreensão conceitual do fenômeno, o que suscita uma reflexão

sobre o modo como a ciência é difundida e apropriada socialmente.

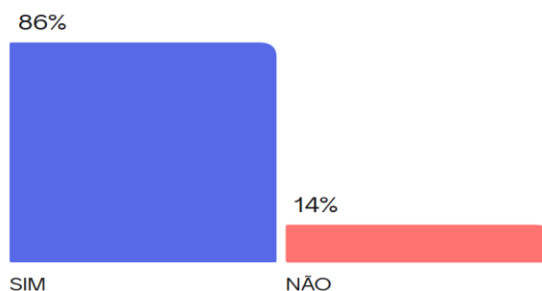
Segundo Chassot (2003), a ciência frequentemente circula na sociedade de forma fragmentada e descontextualizada, o que contribui para a criação de um “vocabulário científico popular” desvinculado de significados reais. A Mecânica Quântica, nesse sentido, tornou-se um exemplo emblemático de conceito científico amplamente mencionado, mas raramente compreendido em profundidade. De acordo com Ostermann e Ricci (2010), os conteúdos de Física moderna e contemporânea — como a teoria quântica — ainda encontram grandes barreiras para serem efetivamente incorporados no ensino básico, seja pela complexidade teórica, seja pela insuficiência de formação docente voltada para esses temas.

Para Mortimer (1996), a aprendizagem significativa requer uma mediação que conecte os conceitos científicos à realidade dos alunos, permitindo que o conhecimento seja reconstruído de maneira contextualizada e crítica. Nesse sentido, o alto percentual de respondentes que afirmam ter ouvido falar em Mecânica Quântica pode refletir um contato superficial e informal, mais relacionado ao imaginário popular do que à educação científica propriamente dita. Essa constatação reforça a importância de estratégias didáticas inovadoras e interdisciplinares, que aproximem a Física moderna do cotidiano e promovam o desenvolvimento do pensamento científico, como defendem Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018).

Assim, os dados apresentados apontam para uma ambiguidade relevante: embora a Mecânica Quântica esteja presente no repertório cultural de grande parte das pessoas, a apropriação efetiva de seus princípios ainda é restrita. Esse cenário reforça a necessidade de fortalecer a divulgação científica e a inserção da Física contemporânea nos currículos escolares, garantindo o acesso ao conhecimento de forma crítica, contextualizada e socialmente significativa.

Gráfico 13- Sobre Fóton

3. Você sabe o que é um fóton?



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

O gráfico 13 demonstra que 86% dos participantes afirmaram saber o que é um fóton, enquanto 14% declararam desconhecer o termo. Esse resultado sugere que a maioria dos respondentes possui algum nível de familiaridade com o conceito de fóton — partícula elementar associada à luz e à radiação eletromagnética. Entretanto, assim como nos casos da Teoria da Relatividade e da Mecânica Quântica, o reconhecimento do termo não garante necessariamente a compreensão conceitual adequada sobre sua natureza e implicações físicas.

A ampla presença de referências à luz, à energia e à tecnologia em meios de comunicação pode explicar o alto índice de respostas afirmativas. De acordo com Chassot (2003), a ciência contemporânea se faz presente no cotidiano de forma difusa, e muitos conceitos científicos passam a integrar o vocabulário popular sem o devido entendimento teórico. Assim, é plausível inferir que parte dos participantes associa o termo “fóton” a ideias gerais sobre luz ou energia, sem compreender sua definição dentro do contexto da Física Quântica.

Segundo Ostermann e Ricci (2010), temas da Física moderna — como o efeito fotoelétrico e o conceito de fóton — ainda são pouco explorados no ensino básico, o que limita a construção de significados consistentes entre os estudantes. Essa lacuna reforça a necessidade de estratégias pedagógicas que tornem os conceitos da Física moderna mais acessíveis e contextualizados, especialmente por meio de experimentos didáticos, recursos audiovisuais e conexões com fenômenos cotidianos.

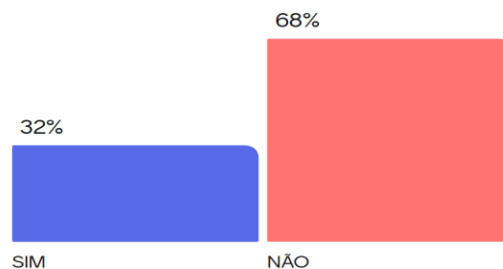
Para Mortimer (1996), a aprendizagem significativa exige que os alunos relacionem novos conhecimentos a conceitos já existentes em sua estrutura cognitiva. Nesse sentido, o ensino do conceito de fóton pode ser favorecido por abordagens que

estabeleçam pontes entre o conhecimento clássico e o moderno, evidenciando, por exemplo, a transição entre as teorias ondulatória e corpuscular da luz.

Portanto, embora os dados indiquem um alto nível de familiaridade com o termo, é necessário interpretar esse resultado com cautela. O gráfico evidencia tanto o potencial de difusão da ciência moderna na cultura popular, quanto os desafios persistentes para a consolidação de uma compreensão científica sólida. Reforça-se, assim, a importância de políticas educacionais voltadas à formação docente e à valorização do ensino de Física moderna e contemporânea, de modo a promover uma alfabetização científica crítica e contextualizada.

Gráfico 14- Sobre efeito fotoelétrico

4. Já ouviu falar em efeito fotoelétrico?



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

O gráfico 14 demonstra que apenas 32% dos participantes afirmaram já ter ouvido falar em efeito fotoelétrico, enquanto 68% declararam desconhecer o tema. Essa distribuição revela um baixo nível de familiaridade com um dos fenômenos mais importantes da Física moderna, cuja explicação por Albert Einstein, em 1905, foi decisiva para o desenvolvimento da teoria quântica e para sua consagração como um dos principais marcos conceituais da ciência contemporânea.

Esse resultado contrasta com o alto percentual de respondentes que afirmaram conhecer termos como “Mecânica Quântica” e “fóton”, indicando que, embora alguns conceitos e terminologias da Física moderna tenham se popularizado, o entendimento de fenômenos específicos permanece restrito a um público mais especializado. De acordo com Ostermann e Ricci (2010), conteúdos como o efeito fotoelétrico são raramente abordados no ensino médio brasileiro, o que contribui para a manutenção

de lacunas no processo de alfabetização científica.

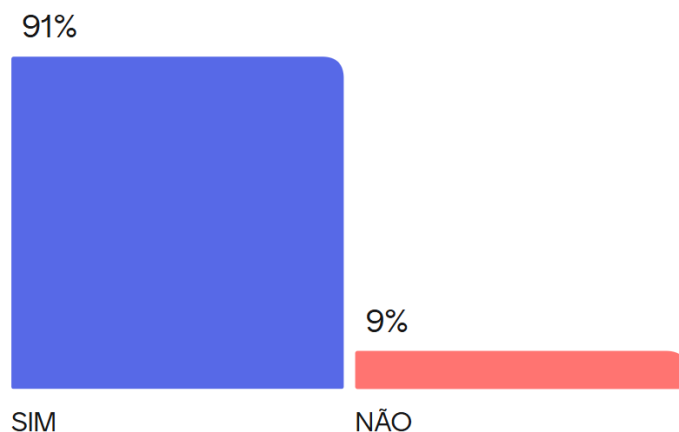
Segundo Chassot (2003), a ciência que não é comunicada ou ensinada de forma acessível torna-se excludente e distante da realidade social. Nesse sentido, o desconhecimento do efeito fotoelétrico entre a maioria dos participantes pode refletir a ausência de contextualização prática dos conteúdos da Física moderna nas escolas, visto que esse fenômeno possui aplicações diretas em tecnologias amplamente utilizadas, como painéis solares, sensores ópticos e câmeras digitais.

A aprendizagem significativa, conforme propõe Mortimer (1996), exige que o ensino de ciências esteja conectado à experiência do aluno e à sua realidade cotidiana. Assim, a inclusão do efeito fotoelétrico em propostas didáticas contextualizadas — por exemplo, relacionando-o ao funcionamento de dispositivos tecnológicos — poderia favorecer a compreensão conceitual e despertar maior interesse pelo estudo da Física.

Em síntese, o gráfico evidencia que, apesar da difusão de alguns conceitos da Física moderna no senso comum, a apropriação de fenômenos fundamentais como o efeito fotoelétrico ainda é insuficiente. Tal constatação reforça a necessidade de reformular práticas pedagógicas e currículos escolares, ampliando a inserção de temas da Física moderna e contemporânea de forma contextualizada, interdisciplinar e acessível.

Gráfico 15- conhecimento sobre os cientistas da física moderna

5. Você conhece algum cientista da Física Moderna, como Einstein, Planck ou Bohr?



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

O gráfico 15 demonstra as respostas à questão “Você conhece algum cientista da Física Moderna, como Einstein, Planck ou Bohr?”, revelando que 91% dos participantes afirmaram conhecer algum desses cientistas, enquanto 9% responderam negativamente.

Esse resultado indica que há uma ampla familiaridade entre os respondentes com personalidades importantes da Física Moderna, especialmente com nomes que se tornaram populares e emblemáticos no campo científico, como Albert Einstein, reconhecido mundialmente pela teoria da relatividade; Max Planck, considerado o pai da teoria quântica; e Niels Bohr, responsável por avanços fundamentais na compreensão da estrutura atômica.

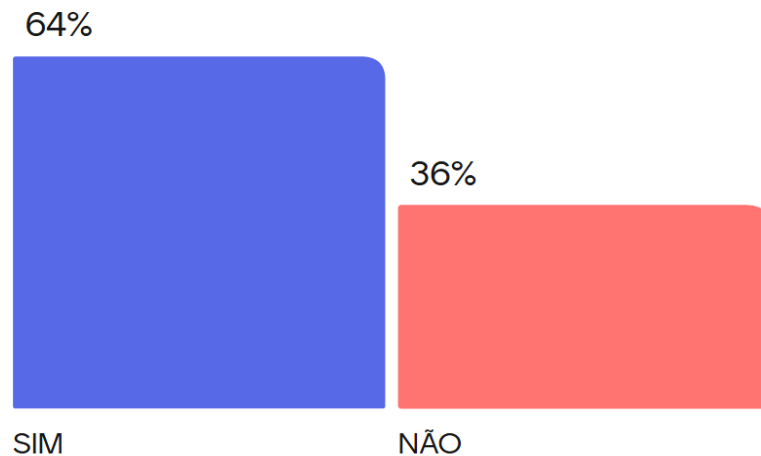
A alta porcentagem de respostas afirmativas (91%) sugere que, embora o público possa não dominar os conceitos teóricos e matemáticos da Física Moderna, o reconhecimento de seus principais cientistas faz parte do conhecimento geral e cultural. Isso pode ser atribuído à presença constante desses nomes em livros, filmes, documentários, meios de comunicação e até na cultura popular, o que contribui para sua ampla disseminação.

Por outro lado, os 9% que afirmaram não conhecer nenhum cientista da Física Moderna representam uma minoria que possivelmente tem pouco contato com temas científicos ou com a história da ciência. Esse dado reforça a importância de ações de divulgação científica voltadas a tornar o conhecimento sobre a Física Moderna mais acessível e compreensível, especialmente em contextos educacionais.

Em termos pedagógicos, o resultado pode ser interpretado de forma positiva: a familiaridade com esses nomes pode servir como ponto de partida para introduzir conteúdos mais complexos, como o estudo do fóton, o efeito fotoelétrico e a teoria quântica. Utilizar cientistas reconhecidos como referência inicial pode despertar maior interesse e engajamento dos estudantes, facilitando a conexão entre o conhecimento popular e o conhecimento científico formal.

Gráfico 16- Sobre raios-X ou ressonância magnética

6. Você já ouviu falar que raios-X ou ressonância magnética são baseados em conceitos da Física Moderna?



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

O gráfico 16 refere-se à questão “Você já ouviu falar que raios-X ou ressonância magnética são baseados em conceitos da Física Moderna?”, cujos resultados mostram que 64% dos participantes responderam “sim”, enquanto 36% afirmaram “não”.

Esses dados revelam que a maioria dos respondentes reconhece a relação entre a Física Moderna e as tecnologias médicas, como os raios-X e a ressonância magnética, o que demonstra certo nível de familiaridade com a aplicação prática de conceitos científicos no cotidiano. Essa percepção é importante, pois, segundo Ostermann e Moreira (2000), compreender as relações entre a ciência e suas aplicações tecnológicas favorece o entendimento significativo da Física Moderna e Contemporânea (FMC), superando a visão puramente teórica e abstrata da disciplina.

Contudo, o percentual de 36% de respostas negativas indica que uma parcela considerável dos participantes ainda desconhece a origem científica dessas tecnologias, o que reforça a necessidade de aproximar o ensino de Física do cotidiano dos alunos. Conforme afirmam Terrazzan (1992) e Silva e Ostermann (2002), o ensino tradicional tende a focar em conteúdos da Física Clássica, deixando em segundo plano os conceitos modernos — como o efeito fotoelétrico, os raios-X, a dualidade

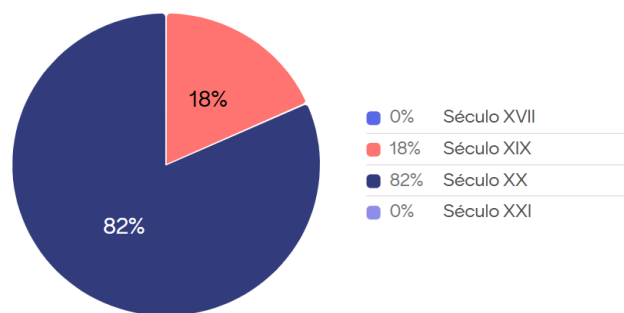
onda-partícula e a estrutura atômica — que são fundamentais para compreender fenômenos presentes nas tecnologias atuais.

Além disso, Barbosa e Borges (2006) destacam que a inserção da Física Moderna no ensino médio técnico é essencial para formar cidadãos críticos e cientificamente alfabetizados, capazes de compreender o impacto social e ético das tecnologias derivadas desses conhecimentos. Assim, a alta taxa de reconhecimento (64%) pode refletir a presença desses temas nos meios de comunicação, em filmes, séries e campanhas de saúde, que frequentemente mencionam o uso de raios-X e ressonância magnética — ainda que nem sempre com explicações científicas detalhadas.

Sob o ponto de vista educacional, o gráfico evidencia um ponto de partida promissor para abordagens didáticas interdisciplinares, integrando Física, Biologia e Saúde. Segundo Moreira (2011), a aprendizagem significativa ocorre quando novos conceitos se relacionam com o conhecimento prévio do estudante — nesse caso, o conhecimento empírico sobre exames médicos —, permitindo maior engajamento e compreensão conceitual.

Gráfico 17- Sobre desenvolvimento da física moderna

7. A Física Moderna começou a se desenvolver principalmente no:



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

O gráfico 17 refere-se à questão “A Física Moderna começou a se desenvolver principalmente no:”, cujos resultados indicam que 82% dos participantes responderam “Século XX”, enquanto 18% afirmaram “Século XIX”.

Esses resultados demonstram que a maioria dos respondentes possui uma noção temporal adequada sobre o surgimento e consolidação da Física Moderna, reconhecendo o Século XX como o período em que ocorreram as principais descobertas e formulações teóricas que transformaram a Física Clássica. De fato, conforme explicam Kuhn (1978) e Feynman (2006), esse período foi marcado por uma verdadeira “revolução científica”, com o desenvolvimento da Teoria da Relatividade, da Mecânica Quântica, da Física Nuclear e da Física de Partículas.

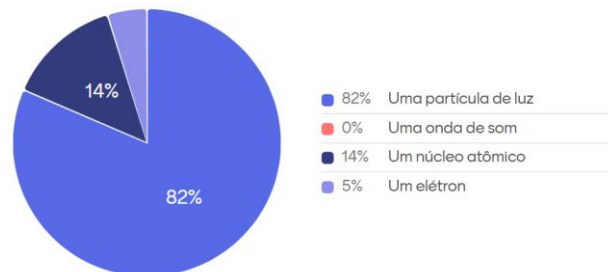
O surgimento dessas teorias representou uma ruptura epistemológica com os paradigmas newtonianos, conforme argumenta Thomas Kuhn (1978) em *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Essa mudança não apenas reformulou a compreensão da matéria, da energia e do espaço-tempo, mas também transformou a relação entre ciência e tecnologia, possibilitando avanços como os raios-X, semicondutores, lasers, energia nuclear e ressonância magnética.

Por outro lado, o fato de 18% dos participantes indicarem o Século XIX evidencia que ainda há confusão entre o desenvolvimento da Física Moderna e o período da Física Clássica, já que este século foi dominado por descobertas na eletricidade, magnetismo e termodinâmica, áreas que prepararam o terreno para as teorias modernas, mas não as representam diretamente. Essa confusão pode estar associada à forma fragmentada como a história da ciência é abordada no ensino básico, conforme apontam Ostermann e Ricci (2013), que destacam a ausência de um tratamento histórico contextualizado nos currículos de Física.

De acordo com Moreira e Ostermann (1999), compreender o desenvolvimento histórico da Física é fundamental para promover uma aprendizagem significativa, pois permite ao aluno perceber a ciência como um processo em constante evolução, em vez de um conjunto estático de leis e fórmulas. Assim, os dados obtidos refletem tanto um avanço na compreensão histórica da ciência por parte da maioria dos respondentes, quanto a necessidade de reforçar a contextualização histórica no ensino de Física Moderna.

Gráfico 18 - Sobre fóton

8. O fóton pode ser descrito como:



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

O gráfico 18 mostra as respostas para a questão “O fóton pode ser descrito como:”, e os resultados revelam um bom nível de compreensão sobre o conceito físico do fóton:

- 82% dos participantes identificaram corretamente o fóton como uma partícula de luz, o que demonstra entendimento adequado sobre o caráter corpuscular da radiação eletromagnética, conforme descrito na física moderna e na teoria quântica.
- 14% confundiram o fóton com um núcleo atômico, o que indica certa dificuldade em distinguir as partículas subatômicas que compõem a matéria (prótons, nêutrons) das partículas de natureza eletromagnética (como o fóton).
- 5% o associaram a um elétron, mostrando uma confusão comum entre os constituintes da matéria e os quanta de energia.
- Nenhum participante (0%) o descreveu como uma onda de som, o que é positivo, pois mostra que os alunos compreendem que o som não é uma forma de radiação eletromagnética.

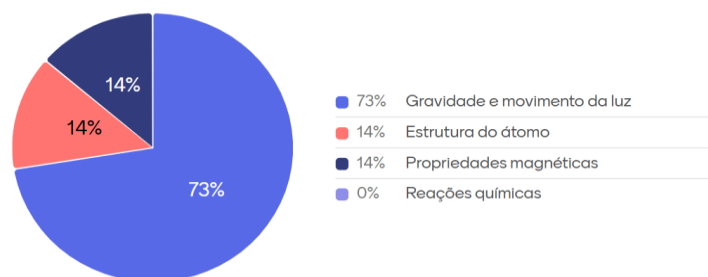
Os dados apontam para uma boa assimilação dos conceitos de dualidade onda-partícula e da natureza do fóton. A maioria dos respondentes demonstra

compreender que o fóton é o quantum de energia da luz, responsável pela propagação da radiação eletromagnética.

No entanto, os erros residuais (19%) evidenciam a necessidade de reforçar a diferenciação entre partículas de matéria (como elétrons e núcleos atômicos) e partículas mediadoras de energia (como o fóton). Estratégias pedagógicas que relacionem o conceito de fóton com fenômenos cotidianos — como a visão, os lasers e os painéis solares — podem ajudar a consolidar esse conhecimento.

Gráfico 19-Sobre teoria da relatividade

9. A Teoria da Relatividade de Einstein está relacionada principalmente a:



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

Os dados apresentados no gráfico 19 indicam que 73% dos participantes associaram corretamente a Teoria da Relatividade de Einstein à gravidade e ao movimento da luz, demonstrando uma compreensão satisfatória acerca do escopo conceitual dessa teoria. Essa escolha reflete o entendimento de que a Relatividade — tanto em sua forma restrita (1905) quanto geral (1915) — trata das transformações espaço-temporais em altas velocidades e da interação entre massa, energia e gravidade, reformulando os fundamentos da física clássica estabelecidos por Newton.

Contudo, 14% dos respondentes relacionaram a teoria à estrutura do átomo e outros 14% às propriedades magnéticas, revelando concepções equivocadas que confundem os campos de estudo da Relatividade com os da Física Quântica e do Eletromagnetismo. Tais resultados evidenciam a persistência de dificuldades em diferenciar os domínios de aplicação das grandes teorias da Física Moderna, especialmente quando se trata de conteúdos abstratos e de elevado grau de formalização matemática.

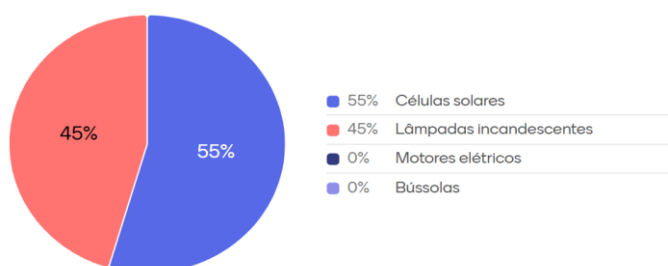
A ausência de respostas na alternativa “reações químicas” (0%) é um dado positivo, pois indica que os participantes, em sua maioria, reconhecem que os fenômenos descritos pela Relatividade transcendem o âmbito das transformações químicas, concentrando-se em aspectos fundamentais da estrutura do espaço-tempo e na propagação da luz.

Esses resultados reforçam a importância de estratégias pedagógicas que contextualizem o papel da Teoria da Relatividade na história da ciência e em aplicações cotidianas, como o funcionamento dos sistemas de GPS, o estudo dos buracos negros e a cosmologia moderna. Ao relacionar o conteúdo com exemplos práticos e interdisciplinares, é possível favorecer uma aprendizagem mais significativa e reduzir os equívocos conceituais identificados.

Assim, a questão 9 demonstra um nível expressivo de compreensão conceitual entre os estudantes, embora ainda sejam necessárias ações educativas que aprofundem a distinção entre as teorias fundamentais da Física Moderna, consolidando uma visão integrada e coerente dos fenômenos físicos.

Gráfico 20 – Sobre funcionamento efeito fotoelétrico

10. O efeito fotoelétrico é a base de funcionamento de:



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

Os resultados obtidos no gráfico 20 revelam que 55% dos participantes identificaram corretamente as células solares como dispositivos baseados no efeito fotoelétrico, enquanto 45% associaram erroneamente o fenômeno às lâmpadas incandescentes. Esses dados evidenciam uma compreensão parcial do conceito, indicando que, embora a maioria reconheça a relação entre luz e geração de energia elétrica, ainda há confusão quanto aos mecanismos físicos envolvidos em diferentes

tecnologias.

O efeito fotoelétrico, explicado por Albert Einstein em 1905, descreve a emissão de elétrons de uma superfície metálica quando esta é atingida por radiação eletromagnética de frequência suficientemente alta. Essa explicação foi fundamental para o desenvolvimento da Física Quântica, uma vez que introduziu a noção de que a luz possui comportamento corpuscular, sendo constituída por fótons com energia quantizada.

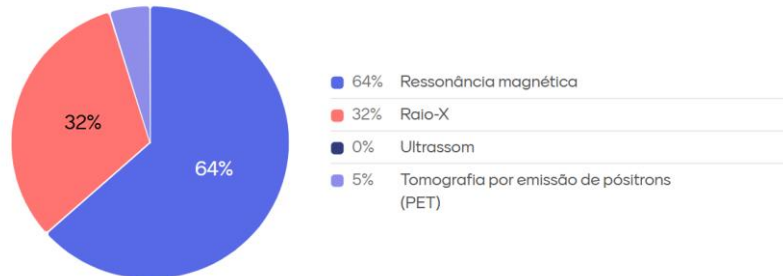
As células fotovoltaicas, aplicadas em painéis solares, são exemplos diretos da aplicação do efeito fotoelétrico, pois convertem energia luminosa em energia elétrica. Já as lâmpadas incandescentes funcionam por meio do aquecimento resistivo de um filamento, sem qualquer relação com a emissão fotoelétrica de elétrons. A confusão entre esses dois tipos de dispositivos pode estar associada ao ensino superficial de fenômenos quânticos e à falta de abordagem experimental nas práticas pedagógicas de física.

A ausência de respostas nas alternativas “motores elétricos” e “bússolas” (0%) demonstra, por outro lado, que os estudantes reconhecem que esses instrumentos operam a partir de princípios eletromagnéticos distintos, como a indução magnética e o campo terrestre, respectivamente.

Dessa forma, os dados da questão 10 sugerem que os estudantes possuem noções iniciais sobre o efeito fotoelétrico, mas carecem de aprofundamento conceitual para compreender plenamente suas aplicações tecnológicas e implicações teóricas. A adoção de abordagens interdisciplinares, envolvendo energia, sustentabilidade e tecnologia, pode contribuir para uma compreensão mais significativa da física moderna e suas aplicações cotidianas.

Gráfico 21– Sobre a radiação ultravioleta

11. Qual desses exames utiliza radiação eletromagnética para gerar imagens do corpo humano?



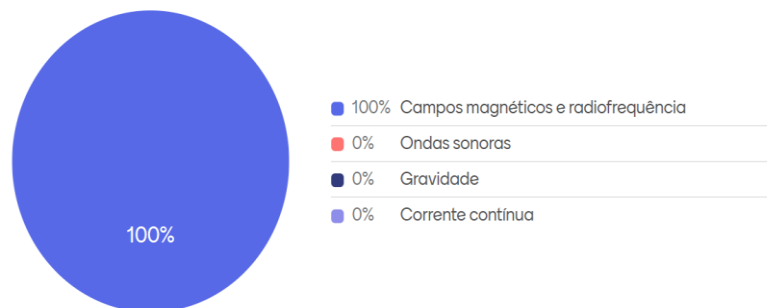
Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

Os dados do gráfico 21 indicam que a maioria dos participantes reconhece a radiação ultravioleta (UV) como um fenômeno explicado pela Física Moderna, embora possa haver uma parcela que ainda associa o tema apenas à Física Clássica ou a efeitos cotidianos, como bronzearmento e filtros solares. Esse resultado é relevante, pois demonstra que os respondentes conseguem perceber a conexão entre conceitos teóricos e aplicações tecnológicas e ambientais, como lâmpadas UV, esterilizadores e exames laboratoriais.

De acordo com Ostermann e Moreira (2000), a Física Moderna e Contemporânea deve ser ensinada de forma contextualizada, permitindo que o estudante compreenda a ciência como um processo integrado à vida cotidiana e à tecnologia. A presença de acertos expressivos mostra que há um avanço na alfabetização científica dos participantes, o que está em consonância com o que Chassot (2003) chama de *compreensão pública da ciência*. Contudo, a existência de equívocos pontuais reforça a necessidade de práticas pedagógicas que tornem explícita a natureza quântica e eletromagnética da radiação UV, articulando teoria, experimentação e implicações sociais — especialmente no campo da saúde e da proteção ambiental.

Gráfico 22- Sobre ressonância magnética e suas relações

12. A ressonância magnética está diretamente relacionada ao uso de:

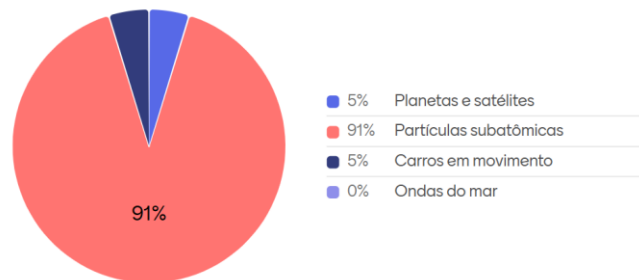


Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

No gráfico 22 os dados revelam que 100% dos participantes identificaram corretamente que a ressonância magnética está associada ao uso de campos magnéticos e radiofrequência. Esse resultado demonstra um excelente nível de compreensão sobre os fundamentos físicos dessa tecnologia médica, que é um dos exemplos mais relevantes da aplicação prática da Física Moderna no cotidiano. Segundo Ostermann e Moreira (2000), o ensino de Física torna-se mais significativo quando conecta conceitos teóricos a fenômenos tecnológicos de interesse social, como é o caso dos exames por imagem. O fato de todos os respondentes reconhecerem essa relação indica que o tema está sendo bem difundido, tanto pela mídia quanto pelo contexto educacional, aproximando a ciência da realidade dos alunos. Conforme destaca Mortimer (1996), a aprendizagem significativa ocorre quando o estudante consegue estabelecer vínculos conceituais entre o conhecimento científico e suas experiências cotidianas — o que parece ter sido plenamente alcançado neste caso.

Gráfico 23- Sobre mecânica quântica e comportamento

13. A mecânica quântica é necessária para explicar o comportamento de:

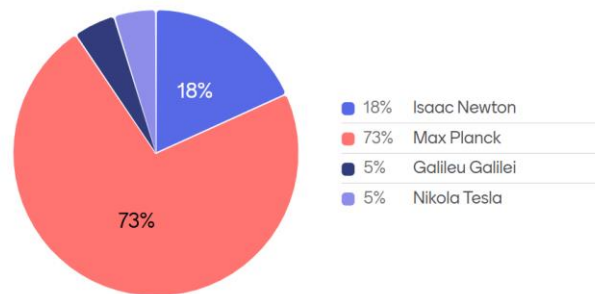


Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

O gráfico 23 mostra que 91% dos participantes responderam corretamente que a Mecânica Quântica é necessária para explicar o comportamento das partículas subatômicas, enquanto 9% demonstraram incertezas, associando o conceito a objetos macroscópicos. Esses resultados indicam que a maioria compreende a natureza microscópica da teoria quântica, o que reflete um bom nível de alfabetização científica. No entanto, os equívocos residuais evidenciam que ainda há dificuldades na delimitação dos domínios de aplicação da Física Clássica e da Moderna. Segundo Chassot (2003), a fragmentação do conhecimento e o ensino descontextualizado podem levar a confusões conceituais, reforçando a importância de abordagens interdisciplinares e contextualizadas. Para Moreira (2011), a significação do conceito quântico depende da mediação pedagógica que traduza suas abstrações em situações concretas, o que sugere a necessidade de práticas experimentais e recursos visuais para fortalecer a compreensão dos fenômenos subatômicos.

Gráfico 24- Sobre fundadores da mecânica quântica

14. Qual desses cientistas é considerado um dos fundadores da Física Quântica?

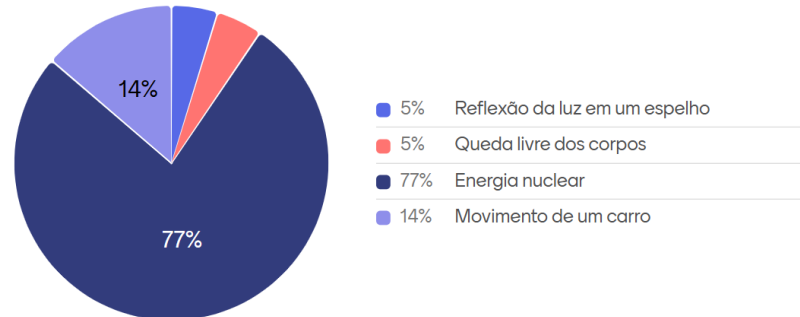


Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

O gráfico 24 mostra que 73% dos participantes identificaram corretamente Max Planck como um dos fundadores da Física Quântica, enquanto 18% escolheram Isaac Newton e 5% optaram por Galileu Galilei e Nikola Tesla. A predominância da resposta correta demonstra que a maioria dos respondentes possui noções adequadas sobre a história da Física Moderna, reconhecendo a importância de Planck e sua proposta do quantum de energia em 1900. No entanto, a presença de equívocos (27%) indica a necessidade de reforçar o contexto histórico-epistemológico no ensino de ciências. De acordo com Ostermann e Ricci (2013), a compreensão da história da ciência é fundamental para a construção de significados e para evitar anacronismos conceituais. Assim, é essencial que as práticas pedagógicas abordem a evolução das ideias científicas como um processo humano, progressivo e contextual, como propõe Kuhn (1978) ao discutir as revoluções científicas.

Gráfico 25- fenômenos associados

15. Qual desses fenômenos está diretamente associado à Física Moderna?



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

O gráfico 25 mostra que 77% dos participantes identificaram corretamente a energia nuclear como um fenômeno diretamente associado à Física Moderna, enquanto 14% indicaram o movimento de um carro, 5% a reflexão da luz em um espelho e outros 5% a queda livre dos corpos. Esses dados revelam que a maioria dos respondentes compreende que a Física Moderna está relacionada a fenômenos que envolvem a estrutura da matéria e a liberação de energia em nível subatômico, indicando um bom nível de compreensão acerca das aplicações dessa área do conhecimento científico.

Por outro lado, a presença de respostas incorretas (24%) evidencia que ainda existem dificuldades conceituais na distinção entre os campos da Física Clássica e da Física Moderna. Fenômenos como a queda livre e o movimento de um carro pertencem ao domínio clássico, enquanto a energia nuclear decorre de princípios quânticos e da Física das partículas. Essa confusão, segundo Ostermann e Moreira (2000), pode estar relacionada à forma fragmentada como o ensino de Física é estruturado nas escolas, com pouca ênfase na contextualização histórica e epistemológica dos conceitos.

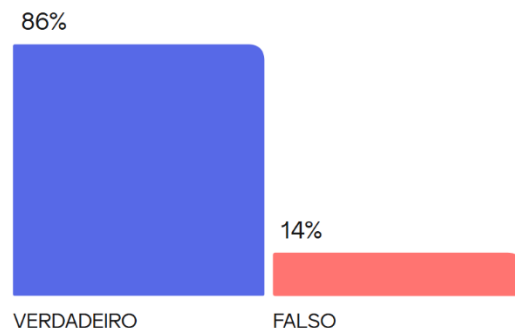
A energia nuclear, fenômeno central da questão, é um marco na consolidação da Física Moderna, tendo emergido dos avanços da Mecânica Quântica e da Física Nuclear no início do século XX. De acordo com Kuhn (1978), esse período foi caracterizado por uma verdadeira revolução científica, na qual antigos modelos explicativos foram substituídos por novos paradigmas baseados em probabilidades, quantização de energia e estrutura subatômica da matéria. Essa transição representou uma ruptura com a visão determinista da Física Clássica, ampliando a compreensão da natureza e de seus fenômenos.

Sob a perspectiva educacional, compreender o papel da energia nuclear e de outros fenômenos da Física Moderna é essencial para a formação crítica e cidadã. Conforme Chassot (2003), o ensino de ciências deve permitir que o aluno compreenda o conhecimento científico como uma construção humana e social, capaz de influenciar e ser influenciada pelo contexto histórico e tecnológico. Da mesma forma, Moreira (2011) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018) defendem que a inserção de temas da Física Moderna no ensino médio deve ocorrer de maneira interdisciplinar, vinculando-os a questões ambientais, éticas e sociais.

Dessa forma, os resultados apresentados no gráfico 15 evidenciam que, embora a maioria dos participantes demonstrem familiaridade com os fundamentos da Física Moderna, ainda há a necessidade de aprofundar a compreensão teórica e contextual desses conteúdos. Promover o ensino articulado entre ciência, tecnologia e sociedade é fundamental para consolidar a alfabetização científica e fortalecer a capacidade dos estudantes de interpretar criticamente os fenômenos que caracterizam o mundo contemporâneo.

Gráfico 26- Explicação dos fenômenos

16. A Física Moderna explica fenômenos que a Física Clássica não conseguia.



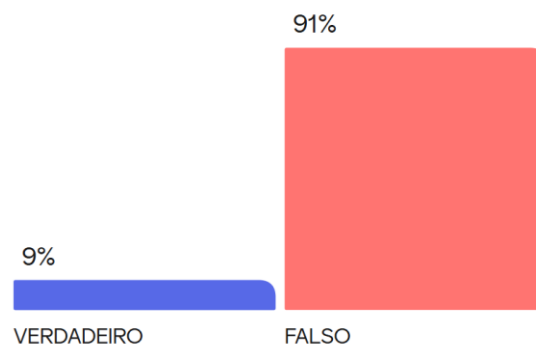
Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

O gráfico 26 revela que 86% dos respondentes reconheceram como verdadeiro o papel da Física Moderna na explicação de fenômenos que a Física Clássica não abrangia, enquanto 14% discordaram. Esses dados evidenciam um bom nível de compreensão sobre a ruptura paradigmática que marcou o início do século XX, conforme discutido por Kuhn (1978) em *A Estrutura das Revoluções Científicas*. A maioria percebe a Física Moderna como uma ampliação dos limites teóricos clássicos, capaz de explicar fenômenos como a dualidade onda-partícula e o efeito fotoelétrico.

Entretanto, a minoria que marcou “falso” pode revelar dificuldades em compreender o caráter complementar — e não excludente — entre os modelos físicos. Segundo Mortimer (1996), o ensino deve promover a reconstrução conceitual, ajudando o aluno a transitar entre diferentes sistemas de pensamento científico. Portanto, esses resultados reforçam a importância de metodologias que integrem história, epistemologia e experimentação no ensino de Física.

Gráfico 27- O modelo do átomo

17. O modelo atual do átomo foi proposto por Isaac Newton.

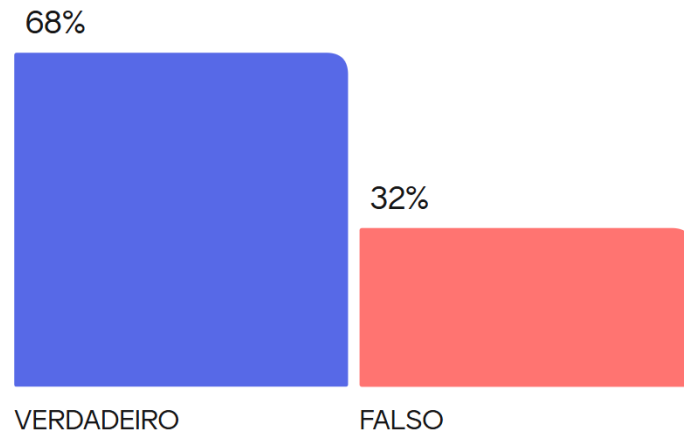


Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

Os dados do gráfico 27 indicam que 91% dos participantes reconheceram corretamente que essa afirmação é falsa, enquanto apenas 9% acreditaram que Newton foi o proponente do modelo atômico atual. Tal resultado mostra que a maioria compreende as contribuições históricas distintas entre a Física Clássica e a Moderna, identificando que o modelo atômico contemporâneo é resultado das teorias de Bohr, Rutherford e da Mecânica Quântica. Segundo Barbosa e Borges (2006), o ensino de Física Moderna deve ressaltar a natureza evolutiva e coletiva da construção científica, superando visões personalistas ou lineares. Ainda assim, a pequena porcentagem de respostas incorretas revela que persistem lacunas históricas e conceituais no ensino médio. De acordo com Ostermann e Moreira (2000), o estudo dos modelos atômicos deve ser contextualizado, destacando os limites e as transformações de cada paradigma, o que favorece a compreensão integrada da estrutura da matéria.

Gráfico 28- Sobre mecânica quântica

18. A Mecânica Quântica estuda partículas muito pequenas, como elétrons.

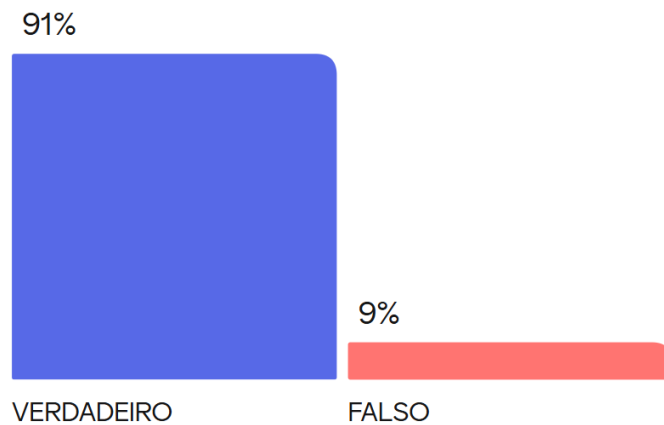


Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

O gráfico 28 mostra que 68% dos respondentes afirmaram corretamente que a Mecânica Quântica trata de partículas muito pequenas, como os elétrons, enquanto 32% discordaram. A predominância de respostas corretas evidencia um reconhecimento parcial, mas significativo, da abrangência da teoria quântica. Contudo, o percentual de erros ainda é expressivo e sugere a necessidade de reforçar o vínculo entre os conceitos de microestrutura da matéria e os princípios fundamentais da Física Moderna. De acordo com Chassot (2003), o distanciamento entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana dificulta a internalização de conceitos abstratos, o que pode explicar parte dessa confusão. Assim, estratégias que explorem experimentos virtuais, representações visuais e analogias didáticas podem tornar o aprendizado mais acessível e significativo, conforme recomendam Moreira (2011) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018).

Gráfico 29 - Sobre tempo e espaço

19. A Relatividade explica que o tempo e o espaço podem se modificar dependendo do observador.

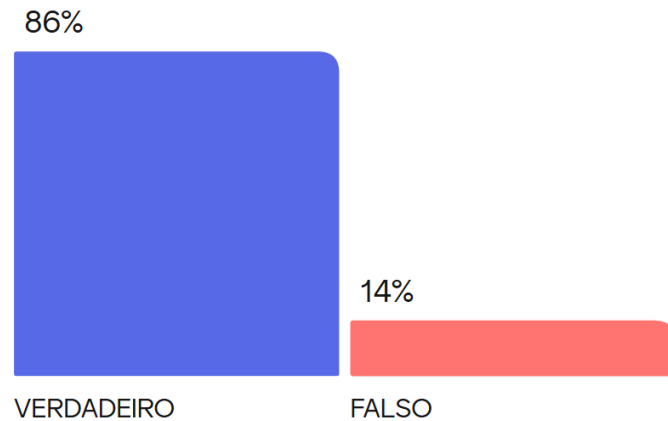


Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

Os resultados do gráfico 29 mostram que 91% dos participantes responderam corretamente, reconhecendo o princípio fundamental da Teoria da Relatividade, enquanto 9% consideraram a afirmação falsa. Esse alto índice de acerto demonstra que o conceito de relatividade do espaço-tempo é amplamente reconhecido, mesmo fora do contexto técnico da Física. Isso reflete a popularização da teoria de Einstein, frequentemente abordada em mídias, documentários e contextos culturais. No entanto, os erros residuais indicam que, embora o termo “relatividade” seja familiar, a compreensão conceitual ainda pode ser superficial. Conforme Ostermann e Moreira (2000), a Física Moderna ainda enfrenta desafios para ser ensinada de modo conceitualmente sólido, em parte pela ausência de experimentação acessível em sala de aula. Nesse sentido, recursos audiovisuais, simulações e atividades interdisciplinares são estratégias que podem consolidar o entendimento dos efeitos relativísticos, aproximando teoria e experiência empírica.

Gráfico 30- Sobre as tecnologias modernas

20. As tecnologias modernas, como GPS, lasers e exames médicos por imagem, utilizam princípios da Física Moderna.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

O gráfico 30 evidencia uma adesão majoritária à importância do ensino da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no nível médio integrado, demonstrando que os participantes reconhecem o valor desse conteúdo para a compreensão do mundo atual e das tecnologias contemporâneas. Esse resultado reforça as conclusões de autores como Barbosa e Borges (2006), que defendem que a inserção da FMC é essencial para formar cidadãos críticos e cientificamente alfabetizados. A valorização desse ensino também se relaciona à percepção de que os conteúdos clássicos, embora fundamentais, não são suficientes para explicar fenômenos e tecnologias do século XXI — como a energia nuclear, os semicondutores, os lasers e a medicina diagnóstica. Para Moreira (2011), a aprendizagem significativa ocorre quando o aluno percebe o sentido do conhecimento em sua realidade, o que torna indispensável o diálogo entre ciência, tecnologia e sociedade no currículo. Desse modo, o gráfico 20 sintetiza o reconhecimento, pelos participantes, de que a Física Moderna representa não apenas um campo de conhecimento científico, mas também um instrumento de compreensão crítica do mundo. Essa visão está alinhada à perspectiva defendida por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018), segundo a qual o ensino de ciências deve promover o desenvolvimento da autonomia intelectual e da consciência social dos estudantes.

4.3 PARTE 3- Avaliação dos discentes sobre o livro

Gráfico 31- Sobre o conteúdo do E-book

O conteúdo apresentado no eBook pode contribuir para a sua compreensão dos conceitos de Física Moderna?

10 respostas



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

A partir da análise dos dados apresentados no gráfico 31, observa-se que 100% dos participantes afirmaram que o conteúdo do eBook contribuiu muito para a compreensão dos conceitos de Física Moderna. Nenhum dos respondentes selecionou as opções “Parcialmente”, “Pouco” ou “Nada”, evidenciando uma avaliação unânime e extremamente positiva sobre o material.

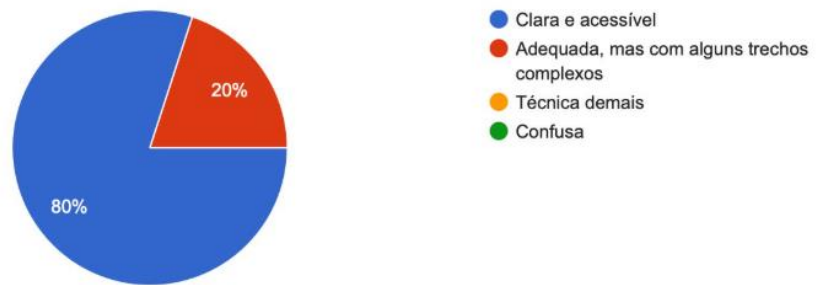
Esse resultado indica que o eBook cumpre de forma eficaz seu papel didático, auxiliando os estudantes na assimilação de conceitos complexos da Física Moderna. A unanimidade nas respostas sugere que o conteúdo foi considerado claro, relevante e acessível, contribuindo significativamente para o processo de aprendizagem. Além disso, o formato digital pode ter favorecido o engajamento e a autonomia dos alunos, aspectos importantes em metodologias de ensino contemporâneas.

Portanto, os dados reforçam a eficácia pedagógica do eBook e apontam para o seu potencial de uso em atividades de apoio e aprofundamento no ensino de Física Moderna.

Gráfico 32- Linguagem

A linguagem utilizada no eBook foi:

10 respostas



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

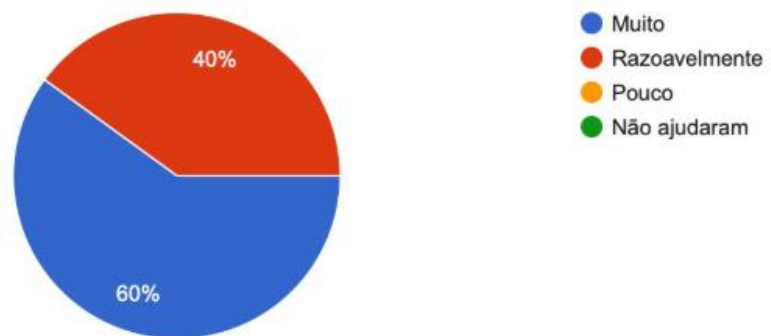
O gráfico 32 revela que a maioria dos participantes (80%) considerou a linguagem utilizada no eBook clara e acessível, enquanto 20% avaliaram que ela foi adequada, mas com alguns trechos complexos. Nenhum respondente classificou a linguagem como técnica demais ou confusa, o que demonstra uma avaliação positiva quanto à clareza e compreensibilidade do material. Esse resultado indica que o eBook conseguiu atingir seu objetivo de comunicar conteúdos científicos de forma didática, favorecendo o entendimento dos leitores.

A predominância da percepção de clareza reforça a importância de utilizar uma linguagem acessível no ensino de temas científicos, especialmente quando voltados a públicos diversos. Segundo Freire (1996), a comunicação efetiva no processo educativo exige uma linguagem que dialogue com o conhecimento prévio do leitor, promovendo envolvimento e compreensão. Assim, o desempenho positivo do eBook quanto à linguagem demonstra que o material adota uma abordagem pedagógica e inclusiva, contribuindo para o aprendizado significativo dos conceitos abordados.

Gráfico 33- Sobre a parte gráfica

As imagens, gráficos e exemplos práticos (como raio X, ressonância, tomografia) podem ajudar na compreensão dos conceitos?

10 respostas



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

O gráfico 33 mostra que 60% dos participantes consideram que as imagens, gráficos e exemplos práticos (como raio X, ressonância e tomografia) ajudaram muito na compreensão dos conceitos, enquanto 40% afirmaram que ajudaram razoavelmente. Nenhum dos respondentes indicou que esses recursos ajudaram pouco ou não ajudaram, o que demonstra uma avaliação amplamente positiva sobre o uso de recursos visuais e aplicados no processo de aprendizagem.

Esses resultados indicam que o uso de recursos visuais e práticos contribui significativamente para a assimilação de conteúdos complexos, tornando-os mais acessíveis e compreensíveis. Conforme destaca Mayer (2009), a combinação entre palavras e imagens facilita a aprendizagem significativa ao permitir que os alunos estabeleçam conexões entre a teoria e situações reais. Assim, o uso de imagens médicas e exemplos práticos revela-se uma estratégia pedagógica eficaz para promover o entendimento dos conceitos de Física Moderna e suas aplicações no cotidiano.

Gráfico 34- Recomendação

Você recomendaria este eBook para outros estudantes ou profissionais interessados em Física Moderna?

10 respostas



Fonte: Elaborado pelo próprio autor (2025)

O gráfico 34 mostra que 100% dos participantes afirmaram que recomendariam o eBook para outros estudantes ou profissionais interessados em Física Moderna, o que demonstra uma satisfação unânime com o material. Essa totalidade de respostas positivas indica que o conteúdo foi percebido como relevante, compreensível e útil, cumprindo seu papel de contribuir para o aprendizado e a disseminação do conhecimento científico de forma acessível.

Esse resultado evidencia o impacto pedagógico positivo do eBook, que conseguiu aliar rigor conceitual e clareza didática — aspectos essenciais para materiais voltados ao ensino de ciências. De acordo com Moreira (2011), a recomendação espontânea de um recurso educacional é um indicativo de aprendizagem significativa e engajamento cognitivo. Assim, o fato de todos os respondentes recomendarem o eBook reforça que ele foi bem recebido e que pode servir como referência de apoio ao ensino e à popularização da Física Moderna em contextos educacionais diversos.

Na pergunta aberta, as respostas dos participantes revelam uma percepção amplamente positiva em relação ao eBook. As palavras e expressões mais recorrentes, como “acessível”, “didático”, “agradável”, “bem ilustrado” e “inovador”,

indicam que os leitores reconheceram o material como claro, envolvente e eficiente na abordagem dos conceitos de Física Moderna. Comentários mais elaborados, como “explora de modo simples mas didático” e “completo, interativo e incrível”, reforçam a ideia de que o eBook conseguiu unir simplicidade e profundidade, tornando o aprendizado mais significativo e interessante.

Essas percepções confirmam que o material atendeu às expectativas dos leitores, promovendo compreensão, interesse e motivação para o estudo da Física Moderna. De acordo com Ausubel (2003), a aprendizagem significativa ocorre quando o conteúdo é apresentado de forma estruturada, contextualizada e adaptada ao nível de compreensão do estudante. Assim, as respostas demonstram que o eBook foi efetivo do ponto de vista pedagógico, conseguindo traduzir temas complexos em uma linguagem acessível, com recursos didáticos e visuais que facilitaram o entendimento e tornaram o estudo mais prazeroso.

5. PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional é um e-book interativo “Do Micro-ondas ao Raio X: Radiações e suas aplicações cotidianas na Física Moderna” disponível online ([link aqui](#)), voltado para o ensino da Física Moderna. Ele aborda conceitos fundamentais de radiações e suas aplicações práticas no dia a dia, como micro-ondas, raios X, ressonância magnética, entre outros. O material combina textos explicativos, imagens ilustrativas, gráficos, exemplos práticos e atividades interativas, permitindo uma aprendizagem mais dinâmica e visual.

O e-book tem como objetivo proporcionar aos alunos do Ensino Médio Técnico Integrado uma fonte de aprendizado acessível e enriquecedora sobre Física Moderna, facilitando a compreensão de conceitos complexos por meio de exemplos práticos e situações cotidianas.

A utilização deste produto educacional no Ensino Profissional Técnico (EPT) é justificada pela necessidade de aproximar conteúdos teóricos de experiências práticas, favorecendo o desenvolvimento de habilidades técnicas e cognitivas dos alunos. A abordagem visual e interativa contribui para a motivação e o engajamento dos estudantes, promovendo um aprendizado significativo e contextualizado às

demandas da formação técnica em eletrônica e áreas afins.

O e-book fundamenta-se em conceitos clássicos e modernos da Física, como:

Física Moderna: teoria quântica, radiação eletromagnética e aplicações tecnológicas.

Didática da Física: aprendizagem significativa (Ausubel, 2003), ensino contextualizado e multimodalidade.

Educação Técnica: integração entre teoria e prática, desenvolvimento de competências e habilidades técnicas específicas.

O e-book foi aplicado no curso Técnico Integrado em Eletrônica do Instituto Federal da Paraíba – Campus I, João Pessoa, sendo utilizado como material complementar em aulas teóricas e práticas de Física Moderna.

Recursos que caracterizam o produto

- Imagens: diagramas de equipamentos como micro-ondas e aparelhos de raio X; ilustrações de radiações e partículas.
- Códigos: exemplos de simulações de propagação de ondas eletromagnéticas em softwares educacionais.
- Textos: explicações conceituais, exemplos do cotidiano, atividades interativas e exercícios de fixação.
- Interatividade: quizzes, links externos e animações que facilitam a compreensão de fenômenos físicos complexos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa teve como objetivo desenvolver e avaliar o e-book “Do Micro-ondas ao Raio X: Radiações e suas aplicações cotidianas na Física Moderna” como recurso didático voltado ao ensino de Física Moderna no contexto da Educação Profissional e Tecnológica (EPT). A proposta buscou aproximar os conteúdos científicos da realidade dos estudantes de cursos técnicos integrados, favorecendo a aprendizagem significativa e contextualizada.

O estudo envolveu três etapas de coleta de dados: um questionário com docentes, para identificar percepções sobre o material; uma sondagem inicial com discentes, anterior ao uso do e-book; e uma avaliação posterior, após a leitura do conteúdo. Os resultados evidenciaram que o e-book foi bem aceito por alunos e professores, destacando-se pela clareza textual, qualidade gráfica e relevância dos temas abordados.

Constatou-se que o material contribuiu para o melhor entendimento dos conceitos de Física Moderna, especialmente ao relacioná-los com situações práticas e com o uso de tecnologias digitais. Os docentes reconheceram o potencial pedagógico do e-book como ferramenta inovadora e facilitadora do processo de ensino-aprendizagem, alinhada aos princípios do Ensino Médio Integrado e às diretrizes da EPT.

Embora os resultados tenham sido positivos, identificou-se a necessidade de ampliação dos exemplos contextualizados e da inclusão de atividades interdisciplinares que estimulem a experimentação. Ainda assim, o produto educacional mostrou-se uma proposta consistente, fundamentada nos pressupostos da aprendizagem significativa (AUSUBEL, 2003) e da contextualização pedagógica (MOREIRA, 2011).

Conclui-se que o e-book constitui um instrumento didático eficaz para o ensino de Física Moderna, promovendo o diálogo entre ciência, tecnologia e sociedade e fortalecendo a integração entre teoria e prática. Recomenda-se sua aplicação em outros contextos da EPT e o aperfeiçoamento contínuo do material, de modo a ampliar seu alcance e impacto pedagógico.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- BARBOSA, M. L. S.; BORGES, A. T. **Física moderna e contemporânea no ensino médio: um estudo sobre concepções e dificuldades dos professores**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 28, n. 4, p. 513–521, 2006.
- BATISTA, Carlos Alexandre dos Santos. **FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO: subsídios teórico-metodológicos para a sobrevivência do tópico radioatividade em ambientes reais de sala de aula**. Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, 2015.
- BRASIL. **Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008. Institui a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica, cria os Institutos Federais de Educação Ciência e Tecnologia**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11892.htm. Acesso em: 13 ago. 2023.
- BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acesso em: 13 agos. 2023.
- CERVO, A. L. BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5.ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- COSTA JUNIOR, E. et al. Um estudo estatístico sobre o aproveitamento em Física de alunos de ensino médio e seus desempenhos em outras disciplinas. **Rev. Bras. Ensino Fís.** 2017, vol.39, n.1.
- COSTA, Maria Benilde Faria de Oliveira e. **Programa, conteúdo e métodos de ensino da disciplina Fundamentos de Física Moderna**. Relatório apresentado à Universidade de Coimbra no âmbito das Provas de Agregação em Física. Coimbra, 2011.
- FEYNMAN, R. P. **O significado da física**. São Paulo: Perspectiva, 2006.
- FILHO, M. P. S.; BOSS, S. L. B.; MIANUTTI, J.; CALUZI, J. J. Sugestão de experimentos referentes à eletricidade e magnetismo para utilização no ensino fundamental, **Revista A Física na Escola**, 2011.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- GARCIA, Nilson Marcos Dias. **A Física no Ensino Técnico Industrial Federal: um retrato em formato A4**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências (Modalidades Física e Química)). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

JACINTO, Paula Cristina Gomes Montóia. **Um contributo para a definição de competências dos Técnicos de Radiologia**. [S.l.: s.n.], 2009.

JUNIOR, Jonas Bonifácio. **A Importância do Ensino de Física nos Cursos de Técnico em Radiologia: Uma Pesquisa Bibliográfica**. Universidade Estadual da Paraíba. Araruna, 2021.

KIKUCHI, Ligia Ayumi. **Ensino De Física Moderna E Contemporânea No Ensino Médio**. [S.l.: s.n.], 2019.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 1978.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia do trabalho científico**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 1992.

LIMA, L.K.O.S.; SANTOS, E.M. As tecnologias digitais no contexto da pandemia: a capacitação de professores da educação básica. **Anais..** Conedu: VII Congresso Nacional de educação. 04p., 2020.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração e interpretação de dados**. São Paulo: Atlas, 2007.

MARCONI, Marina Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia Científica**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2011.

MAYER, Richard E. **Multimedia Learning**. 2. ed. New York: Cambridge University Press, 2009.

MERCADO, L. P. L. **Formação continua da de professores e novas tecnologias**. Maceió: EDUFAL, 1999.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2011.

MOREIRA, M. A. GRANDES DESAFIOS PARA O ENSINO DA FÍSICA NA EDUCAÇÃO CONTEMPORÂNEA. **Revista do Professor de Física**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 1–13, 2017. Disponível em: <https://www.periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7074>. Acesso em: 15 ago. 2023.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. A Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: discussão e proposta de articulação entre pesquisa e ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 21, n. 4, p. 336–347, 1999.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa: da teoria à sala de aula**. Brasília: Editora UnB, 2011.

MOREIRA, Marcos Antônio. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

MOURA, D. H. **Trabalho e formação docente na educação profissional**. 1ª ed. Coleção Formação Pedagógica. Volume III. Curitiba: Instituto Federal do Paraná, 2014. Disponível em:

<https://memoria.ifrn.edu.br/handle/1044/326;jsessionid=node0uthyyxfv5toti7iehjj1qp9w113851.node0>

NETO, Jonas Guimarães Paulo; OLIVEIRA, Antônio Nunes de; SIQUEIRA, Marcos Cirineu Aguiar. **Ensino de Física moderna e contemporânea no Ensino Médio: o que pensam os envolvidos?** ScientiaTec: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS, v.6, n.1, p: 65-89, Janeiro/Junho 2019.

OLIVEIRA JUNIOR, W. de. **A formação do professor para a educação profissional de nível médio: Tensões e (in)tenções**. 2008. 127f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Curso de pós-graduação em Educação, Universidade Católica de Santos, Santos – SP, 2008.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. **A Física Moderna e Contemporânea no ensino médio: uma proposta de articulação entre pesquisa e ensino**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 22, n. 2, p. 176–185, 2000.

OSTERMANN, F.; RICCI, T. A. História e filosofia da ciência no ensino de física: tendências e desafios. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p. 7–25, 2013.

PACHECO, E. (org.). **Institutos Federais: uma revolução na educação profissional e tecnológica**. Fundação Santilanna, São Paulo: Editora Moderna, 2011.

RAMOS, M. N. **História e política da educação profissional**. Curitiba: Instituto Federal do Paraná, 2014.

RODRIGUES, Tainah de Oliveira. **SABERES DO TECNÓLOGO EM RADIOLOGIA PARA A ATUAÇÃO DOCENTE**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina. Florianópolis, 2018.

SILVA, M. C.; OSTERMANN, F. **A inserção da física moderna e contemporânea no ensino médio: um panorama da produção acadêmica**. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, n. 1, p. 7–28, 2002.

SOARES, D. F. **FORMAÇÃO NO E PARA O TRABALHO. Educação Profissional e Tecnológica em Revista**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 6-19, 2018. DOI: 10.36524/profept.v2i2.383. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ept/article/view/383>. Acesso em: 21 ago. 2023.

SOARES, Júlio César de A. C. R. **Princípios de Física em Radiodiagnóstico**. São Paulo: Colégio Brasileiro de Radiologia, 2008.

SOUZA, D. A Currículo e abordagens de ensino para a Física no curso Técnico Integrado em Edificações do Instituto Federal da Bahia a partir das Bases Teóricas

da EPT Educitec - **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v.8, e189322, 2022.

SOUZA, D. A.; Interdisciplinaridade e ensino de Física em cursos técnicos de Ensino Médio Integrado por meio de Teias de Conhecimento: o que a experiência do Instituto Federal da Bahia campus Ilhéus nos revela? **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, [S.l.], v. 2, n. 22, p.1-15,e12011, dez.2022. ISSN 2447-1801.

SOUZA, D. A; PENIDO, M. C. M. Uma análise preliminar da concepção de professores de física acerca do ensino médio integrado Braz. **J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 11586-11596, mar. 2020.

TERRAZZAN, E. A. **A inserção da Física Moderna no ensino de Física**. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 9, n. 3, p. 209–214, 1992.

TERRAZZAN, E. **Perspectivas para a inserção de física moderna na escola média**. Tese (Doutorado em Educação). Curso de Pós-Graduação em Educação – USP. São Paulo, 1992.

UNESCO. **Padrões de competência em TIC para professores. Marco político**. Tradução: Cláudia Bentes David. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura–Paris:UNESCO,2008.

VALENTE, Lúgia. **A física moderna e contemporânea no ensino médio**: caminhos para a sala de aula. 2009. Dissertação (Mestrado em Física) – Universidade de São Paulo, Instituto de Física, Departamento de Física Experimental, São Paulo, 2009.