



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PARNAÍBA
LICENCIATURA EM FÍSICA

FRANCINALDO SILVA COSTA

DESENVOLVIMENTO DE *KIT* DIDÁTICO INTERATIVO NO ENSINO DE FÍSICA
PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

PARNAÍBA, PIAUÍ
2026

FRANCINALDO SILVA COSTA

DESENVOLVIMENTO DE *KIT* DIDÁTICO INTERATIVO NO ENSINO DE FÍSICA PARA
ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Projeto de pesquisa apresentado como exigência para aprovação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Parnaíba.

Orientador: Prof. Me. Jeová Calisto dos Santos

PARNAÍBA, PIAUÍ
2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Costa, Francinaldo Silva

C837d Desenvolvimento de kit didático interativo no ensino de Física para alunos com deficiência /
Francinaldo Silva Costa. - 2026.
32 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Parnaíba, 2026.
Orientador : Prof Me. Jeová Calisto dos Santos.

educação inclusiva; ensino de Física; kits didáticos táteis.

CDD - 530

FRANCINALDO SILVA COSTA

DESENVOLVIMENTO DE *KIT* DIDÁTICO INTERATIVO NO ENSINO DE FÍSICA PARA
ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Projeto de pesquisa apresentado como exigência para aprovação na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso, do Curso de Licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Parnaíba.

Aprovada em 09 de Junho de 2026.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Me. Jeová Calisto dos Santos(Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Kleyton Jânio Camelo
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dra. Maria de Fátima C. Soares
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

PARNAÍBA, PIAUÍ
2026

Aos pais, amigos,minha namorada, meu orientador e principalmente a Deus, que
sempre foi meu alívio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores e servidores do IFPI do Campus Parnaíba, pois todos foram de suma importância para minha formação e construção de saberes que moldaram o meu senso docente ao longo do curso. Todos os conhecimentos acadêmicos que adquiri ao longo deste curso, formaram o profissional que sou hoje. Agradeço aos meus parentes e amigos, que deram todo o apoio necessário para que eu chegasse até aqui. Os conselhos que recebi ao longo dessa trajetória moldaram meus pensamentos e ações que exerço atualmente. Agradeço ao meu Deus, que me deu força quando mais precisava, ouvindo minhas orações e enxugando meu choro de tristeza e desespero.

“ O aprendizado não foca nas limitações, mas nas potencialidades, destacando a importância de um ambiente que integre todos os alunos.”

Lev Vygotsky

RESUMO

Este trabalho aborda a disparidade existente entre as diretrizes de inclusão escolar e a realidade prática das salas de aula, com foco no desafio do ensino de Física para estudantes com deficiência visual. Diante da natureza abstrata e visual da disciplina, investiga-se como o planejamento e a condução das aulas podem se tornar acessíveis e assegurar a participação ativa desses alunos. O objetivo geral é criar e adaptar *kits* didáticos táteis e interativos, desenvolvidos por meio de modelagem e impressão 3D, como instrumentos multissensoriais de apoio pedagógico. A fundamentação teórica ancora-se na evolução histórica da Educação Especial e Inclusiva, perpassando marcos como a Declaração de Salamanca (1994) e a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9.394/1996), além de abranger conceitos fundamentais de Ondulatória, Dispersão da Luz, Lançamento Oblíquo e Campo Elétrico. Metodologicamente, a pesquisa adota uma abordagem qualitativa, obtendo os resultados esperados por meio da construção e conclusão desses *kits* didáticos táteis, bem como os seus impactos positivos em sala de aula com os alunos com deficiência visual.

Palavras-chaves: educação inclusiva; ensino de Física; *kits* didáticos táteis.

ABSTRACT

This study addresses the disparity between school inclusion guidelines and the practical reality of the classroom, focusing on the challenge of teaching Physics to visually impaired students. Given the abstract and visual nature of the subject, the research investigates how lesson planning and delivery can be made accessible to ensure the active participation of these students. The overall objective is to create and adapt tactile, interactive educational *kits*—developed using 3D modeling and printing—to serve as multisensory pedagogical aids. The theoretical framework is grounded in the historical evolution of Special and Inclusive Education, covering key milestones such as the Salamanca Statement (1994) and the Law of Directives and Bases of National Education (Law No. 9.394/1996), while also addressing fundamental concepts regarding wave motion, light dispersion, projectile motion, and electric fields. Methodologically, the research employs a qualitative approach, with expected results derived from the construction and completion of these tactile educational *kits*, as well as an assessment of their positive impact in the classroom for visually impaired students.

Keywords: inclusive education; physics teaching; tactile educational *kits*;

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Onda longitudinal se propagando em uma mola.	21
Figura 2 – Onda transversal se propagando em uma corda.	21
Figura 3 – Superposição de ondas	23
Figura 4 – Representação visual da Dispersão da Luz	24
Figura 5 – Representação das componentes presentes no lançamento oblíquo.	26
Figura 6 – Linhas imaginárias do campo elétrico entre duas cargas opostas.	28
Figura 7 – Linhas de Campo elétrico entre duas cargas de sinais iguais.	29
Figura 8 – <i>Kit</i> didático sobre Ondas	33
Figura 9 – <i>Kit</i> didático sobre ondulatória	34
Figura 10 – QR code do áudio- explicativo referente ao <i>Kit</i> de Ondulatória	34
Figura 11 – <i>Kit</i> didático sobre Dispersão da Luz	35
Figura 12 – QR code referente ao <i>kit</i> sobre dispersão da luz.	36
Figura 13 – <i>Kitsobre</i> Lançamento Oblíquo.	36
Figura 14 – Qr code referente ao <i>kit</i> de Lançamento Oblíquo.	37
Figura 15 – <i>Kit</i> sobre Linhas de Campo Elétrico.	38
Figura 16 – <i>Kit</i> sobre linhas de campo elétrico.	38
Figura 17 – Qr code do <i>kit</i> sobre as Linhas de Campo Elétrico.	39

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IFPI	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
LBI	Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
PCD	Pessoa com Deficiência
PNEEPEI	Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	CONTEXTO HISTÓRICO DA INCLUSÃO NA SOCIEDADE	12
3	A EVOLUÇÃO DO TRATAMENTO NO AMBIENTE ESCOLAR: DO MODELO MÉDICO À INCLUSÃO SUBSTANTIVA	16
4	ABORDAGEM TEÓRICA SOBRE OS CONCEITOS FÍSICOS ENVOLVIDOS	20
4.1	Ondulatória	20
4.2	Dispersão da luz	23
4.3	Lançamento Oblíquo	25
4.4	Linhas de Campo elétrico	27
5	PROCESSOS METODOLÓGICOS	30
6	DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO DOS <i>KITS</i> DIDÁTICOS TÁTEIS PARA O ENSINO DE FÍSICA	32
6.1	<i>Kit</i> Ondulatória	32
6.2	<i>Kit</i> de Dispersão da Luz	34
6.3	<i>Kit</i> de Lançamento Oblíquo	36
6.4	<i>Kit</i> de Linhas de Campo Elétrico	37
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

A educação inclusiva busca garantir o direito de todos à educação de qualidade, com base em princípios de equidade, acessibilidade e respeito às diferenças, conforme previsto na Declaração de Salamanca (UNESCO, 1994) e reforçado pelas legislações brasileiras mais recentes. É previsto pela Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (BRASIL, 2015), assegurar e promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social, cidadania e escolar.

A formação de professores para atuar na educação inclusiva é um tema relevante no cenário educacional contemporâneo, especialmente diante dos desafios impostos pelas mudanças nas políticas públicas e pelas demandas de uma sociedade cada vez mais diversa. Todavia, mesmo com grandes avanços no que diz respeito à educação inclusiva, ainda se observa uma exclusão no ambiente mais relevante para formação educacional e social das pessoas com deficiência (PCD), o espaço escolar. Conforme os níveis de escolarização se elevam, as discussões e as práticas educacionais voltadas à inclusão se tornam escassas, e, quando ocorrem, o tema da educação inclusiva volta-se para a questão da inclusão social das camadas mais pobres da população ou para as ações afirmativas.

A busca por uma educação inclusiva representa um compromisso ético, pedagógico e social com a equidade e a valorização das diferenças no espaço escolar (UNESCO, 1994). Historicamente, pessoas com deficiência, especialmente aquelas com limitações visuais, foram excluídas dos processos formais de aprendizagem ou, quando inseridas, submetidas a métodos inadequados, baseados em práticas homogêneas e pouco acessíveis (SILVA, 2023). Diante desse cenário, torna-se urgente repensar o ensino de disciplinas que tradicionalmente apresentam alta carga abstrata e visual, como a Física, para que possam ser compreendidas e vivenciadas por todos os estudantes, independentemente de suas condições (ARROYO, 2007).

O presente trabalho teve como objetivo geral criar e adaptar *kits* didáticos interativos sobre conteúdos de Física, tornando-os palpáveis e acessíveis para estudantes com baixa visão e cegueira. A relevância desta pesquisa reside na contribuição para a ampliação da acessibilidade no ensino de Física, área em que ainda há escassez de recursos didáticos adaptados, oferecendo uma alternativa pedagógica capaz de favorecer a aprendizagem significativa e fortalecer práticas educacionais inclusivas. Além disso, o estudo elaborou *kits* didáticos acessíveis por meio da modelagem e impressão 3D, contemplando temas fundamentais da Física, como ondulatória, dispersão da luz, lançamento oblíquo e campo elétrico. A pesquisa também visou integrar estímulos táteis, auditivos e visuais adaptados aos materiais desenvolvidos, favorecendo uma

aprendizagem multissensorial que promova maior inclusão, autonomia e participação dos estudantes durante as atividades pedagógicas.

Este trabalho dividiu-se em 5 seções fundamentais para a sua estruturação e compreensão. A primeira seção dedicou-se ao contexto histórico e legal da educação inclusiva, perpassando por marcos como a Declaração de Salamanca e a evolução das políticas de Educação Especial. A segunda seção estabeleceu a fundamentação teórica dos conceitos físicos que serviram de base para o projeto, abrangendo temas de Ondulatória, Dispersão da Luz, Lançamento Oblíquo e Linhas de Campo Elétrico. Já na terceira seção, detalhou-se a metodologia qualitativa e os processos técnicos utilizados, focando na modelagem e impressão 3D integradas a recursos assistivos como QR codes e legendas em braille. A quarta seção apresentou os resultados obtidos com a confecção dos *kits* didáticos táteis, discutindo sua eficácia na promoção da autonomia e no fortalecimento do aprendizado inclusivo nas Ciências da Natureza. E por fim, a quinta seção apresenta as considerações finais, apontando os resultados obtidos pelo trabalho e futuras aplicações em sala de aula.

2 CONTEXTO HISTÓRICO DA INCLUSÃO NA SOCIEDADE

Nos primórdios da humanidade, o tratamento destinado às pessoas com deficiências assumiu dois aspectos básicos: o extermínio por considerá-los grave empecilho à sobrevivência do grupo e outros os protegiam e os sustentam para buscar a simpatia dos deuses ou por gratidão pelos esforços dos que se mutilavam nas guerras (BOFI, 2012). Na antiguidade, assim como durante os diferentes séculos da era cristã, que inclui períodos como a Inquisição e a luta eugenista, indivíduos com deficiências foram alvo de eliminação, seja de maneira direta ou indireta. Isso ocorreu muitas vezes devido à percepção de sua “falta de funcionalidade” ou por serem vistas como manifestações do demônio ou castigo divino. Com o passar do tempo, diferentes povos ao redor do mundo começaram a adotar práticas de assistência ou a fomentar a reintegração de pessoas com deficiência. Durante a Idade Média, o Cristianismo também influenciou a maneira como essas pessoas eram tratadas, levando-as a serem acolhidas em instituições de assistência mantidas por nobres feudais. Assim, de acordo como (FREITAS, 2008) o processo histórico da Educação Especial pode ser dividido em quatro fases. Desta forma, a primeira fase é descrita como:

A “fase da exclusão”, na qual a maioria das pessoas com deficiência e outras condições excepcionais era tida como indigna da educação escolar. Nas sociedades antigas era normal o infanticídio, quando se observavam anormalidades nas crianças. Durante a Idade Média a Igreja condenou tais atos, mas por outro lado, acalentou a ideia de atribuir a causas sobrenaturais as anormalidades de que padeciam as pessoas, explicando-as como punição, em decorrência de pecados cometidos. Assim, as crianças que nasciam com alguma deficiência eram escondidas ou sacrificadas (FREITAS, 2008)

No período do Renascimento, começou a ocorrer uma mudança na forma como as pessoas pensavam, especialmente em relação à anormalidade. Com os avanços da Medicina, passou-se a entender esse conceito sob uma nova perspectiva, mais próxima do que conhecemos hoje. Esse foi um marco importante para o surgimento de novas formas de tratamento (SOUZA, 2006) :

No século XVII, pessoas com alguma especificidade, principalmente os com deficiência mental, eram totalmente segregados, internados em orfanatos, manicômios e outros tipos de instituições estatais. Esses internatos acolhiam uma diversidade de sujeitos com patologias distintas, alguns deficientes, outros doentes (SOUZA, 2006).

Com o passar do tempo, várias nações começaram a oferecer assistência e promover a reintegração dessas pessoas. Após a Revolução Industrial, a crescente incidência de acidentes laborais levou à criação de leis que protegem trabalhadores com deficiência, assegurando a assistência social, incluindo saúde e reabilitação. No início

do século XX, estudos médicos e psicológicos levaram ao surgimento de novas teorias sobre a capacidade e inteligência das pessoas, e sobre o tratamento de indivíduos com deficiência.(MENDES, 2006) destacou a necessidade de reabilitar veteranos de guerras mundiais, impulsionando a educação especial para crianças, jovens e adultos com deficiência e assim, esse sistema paralelo ao educacional geral influenciou a Declaração dos Direitos Humanos e a concessão de serviços públicos para deficientes. A Declaração de Salamanca (1994) trouxe o fortalecimento da inclusão da pessoa com necessidades específicas na escola comum, reafirmando e garantindo não apenas o acesso, mas a permanência do aluno nos diversos níveis de ensino e respeitando sua individualidade e identidade social, ressaltando que as diferenças são normais e a escola deverá considerar essas múltiplas diferenças, promovendo as adaptações necessárias, que atendam as necessidades de aprendizagem de cada educando no processo educativo. A partir da Declaração de Salamanca (1994) o Brasil oficializou a discussão de ideias diferentes.

No ano de 1996, com a promulgação da Lei nº 9.394, ocorre uma modificação no sistema educacional brasileiro em todos os seus níveis, e dispõe acerca de diversos “aspectos do sistema educacional, dos princípios gerais da educação escolar às finalidades, recursos financeiros, formação e diretrizes para a carreira dos profissionais do setor”(Brasil, 1996). E também prevê mudanças no ensino especial.

A escola para o acolhimento social tem sua origem na Declaração Mundial sobre Educação para Todos, de 1990, e em outros documentos produzidos sob o patrocínio do Banco Mundial, nos quais é recorrente o diagnóstico de que a escola tradicional está restrita a espaços e tempos precisos, sendo incapaz de adaptar-se a novos contextos e a diferentes momentos e de oferecer um conhecimento para toda a vida, operacional e prático (Brasil, 1996).

A inclusão de alunos deficientes nas escolas regulares de ensino, no Brasil, é assegurada pela Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (FREITAS, 2008), que define que:

Os sistemas de ensino devem assegurar aos alunos currículo, métodos, recursos e organização específicos para atender às suas necessidades; assegura a terminalidade específica àqueles que não atingiram o nível exigido para a conclusão do ensino fundamental, em virtude das suas deficiências (FREITAS, 2008).

Porém, essa inclusão existente trata-se de uma inclusão excludente. O sistema que exercia seu poder excluindo, “cego para com os de fora” (e que agora perde sua eficácia diante das manifestações sociais) se propõe a “incluir”, numa “promessa facciosa”, mas permanece como está ou pior, é cego para com os de dentro. A “inclusão” está sendo a substituição do sistema menos obviamente, porém, mais brutal (CRUZ; DIAS, 2009). Consoante à inclusão que acontece, Lunardi, discorre:

É por isso que se pode notar a presença reiterada de uma inclusão excludente: cria-se a ilusão de um território inclusivo e é nessa espacialidade na qual se exerce a expulsão dos outros que são pensados e produzidos como ambíguos e anormais. [...] É uma relação de colonialidade, pois continua exercendo o poder de uma lógica bipolar dentro da qual todos os outros são forçados a existir e subsistir. [...] É senão a perversão da ordem e do exercício de uma lei estéril que tem como finalidade unicamente a congruência (CRUZ; DIAS, 2009).

O que ocorre, no atual momento histórico, é que a sociedade, antes pautada por processos de segregação e exclusão amplamente difundidos, agora defende a inclusão e, para tanto, cria documentos, políticas e leis que assumem um papel conceitual na sociedade, que visam a garantir direitos e igualdade de todos perante a lei. No entanto, percebe-se nessa tentativa de inclusão um movimento contraditório. Ou seja, ao mesmo tempo em que o movimento de inclusão da pessoa com deficiência segue o princípio da igualdade, essas mesmas leis, políticas e documentos segregam e separam os sujeitos pelas suas diferenças.

Constata-se que a garantia presente nos discursos oficiais muitas vezes não se materializa no dia a dia das instituições, por diferentes motivos; começando pela falta de recursos financeiros e problemas estruturais, bem como precária capacitação e formação docente. É notório que as concepções sobre a deficiência na sociedade brasileira vêm gradativamente sofrendo modificações; prova disso são as constantes mudanças ocorridas nas leis e declarações que foram criadas ao longo dos anos, desde a primeira LDB – Lei das Diretrizes Básicas de Educação em 1961, pensando em uma proposta que garanta às pessoas com deficiências oportunidades de ensino igualitárias.

A educação inclusiva pode ser definida como a prática da inclusão de todos, independentemente de seu talento, deficiência, origem socioeconômica ou cultural em escolas e salas de aula provedoras, onde as necessidades desses alunos sejam satisfeitas, buscando uma sociedade inclusiva ao ampliar a participação de todos os alunos nas escolas regulares. Visa reestruturar cultura, práticas e políticas escolares para atender a diversidade, promovendo crescimento, satisfação pessoal e inserção social (LDB).

Apesar dos grandes avanços em relação ao tratamento de pessoas com deficiências ao longo da história, a Educação Inclusiva atualmente ainda é um campo bem desconhecido, logo, falar sobre o tema se torna algo bem desafiador, mas, é necessário que os docentes conheçam suas origens, comportamentos e características, para assim entender como a Educação Especial chegou ao que é hoje, seus desafios atuais e suas contribuições para os alunos com necessidades específicas (SILVA; CARVALHO, 2017).

Atualmente, em âmbito federal, há várias leis e diretrizes institucionais que passaram a estabelecer o direito social de pessoas com deficiências a serem incluídas na rede regular de ensino. O Plano Nacional de Educação, de 2001, contemplou

a educação especial às pessoas com necessidades específicas em cada aprendizagem, originadas quer de deficiência física, sensorial, mental ou múltipla, quer de características com altas habilidades, superdotação ou talentos. Estes farão parte da integração/inclusão no sistema regular de ensino, e, quando não for possível, por causa das necessidades do educando, terão atendimento em classes e escolas especializadas. Mas deve-se fazer o redimensionamento, a fim de se incrementar, se for preciso, as classes especiais, salas de recursos e alternativas, com o objetivo de apoiar e integrar em classes comuns (MARTINS *et al.*, 2011).

3 A EVOLUÇÃO DO TRATAMENTO NO AMBIENTE ESCOLAR: DO MODELO MÉDICO À INCLUSÃO SUBSTANTIVA

O tratamento dispensado às pessoas com deficiência no ambiente escolar reflete as tensões entre as concepções de "normalidade" e os direitos fundamentais à educação. Historicamente, a escola não foi pensada para todos, mas como um espaço de homogeneização onde a diferença era vista como uma patologia a ser corrigida ou isolada. Nesse sentido, a deficiência era frequentemente compreendida a partir de uma perspectiva centrada no indivíduo, de modo que as dificuldades apresentadas pelos estudantes eram atribuídas principalmente às suas próprias limitações. A organização escolar, por sua vez, permanecia pouco questionada, uma vez que caberia ao aluno adaptar-se às normas, aos métodos e às estruturas já estabelecidas. Essa concepção contribuiu para a construção de práticas educacionais que separavam aqueles considerados aptos daqueles que não correspondiam ao padrão esperado pela instituição escolar. (FERREIRA *et al.*, 2025).

No período Imperial e no início da República, o tratamento escolar era pautado pela institucionalização em centros especializados, como o Imperial Instituto dos Meninos Cegos (1854), cujo foco era estritamente assistencialista e médico (FERREIRA *et al.*, 2025). Nesse contexto, a escola comum tinha o respaldo legal para excluir aqueles considerados incapazes. Kassar (2011) exemplifica essa mentalidade ao citar legislações estaduais da época:

Decretos de diferentes estados atestam essa posição, como o decreto-lei 7970 de 1927 de Minas Gerais que dispensa de frequência às aulas, entre outros motivos, crianças com "incapacidade física ou mental" [...](KASSAR, 2011).

Esse modelo evidencia que a exclusão não ocorria apenas pela ausência de espaços escolares destinados às pessoas com deficiência, mas também por meio de mecanismos institucionais que legitimavam sua retirada da escola comum. A criação de instituições especializadas representava, nesse contexto, uma possibilidade de atendimento educacional, mas ainda dentro de uma lógica de separação. A existência de espaços específicos para determinados grupos reforçava a compreensão de que esses estudantes possuíam necessidades incompatíveis com o funcionamento da escola regular. Assim, embora houvesse uma preocupação com o atendimento de algumas pessoas com deficiência, esse atendimento estava associado a uma perspectiva de proteção, assistência e tratamento, e não necessariamente à garantia plena do direito de participação no mesmo espaço educacional destinado aos demais estudantes.

A partir da metade do século XX, com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1961 (Lei nº 4.024/1961), surge a categoria dos "excepcionais". Embora houvesse uma previsão de integração "dentro do possível", o tratamento escolar passou

a ser influenciado pela Teoria do Capital Humano, especialmente durante o regime militar (KASSAR, 2011). O objetivo da educação especial era a reabilitação para a produtividade, como se observa na defesa de James Gallagher (KASSAR, 2011):

O mesmo indivíduo recebendo educação e tratamento adequados pode tornar uma pessoa útil e contribuir para a sociedade. Assim, o custo extra que representam os custos extras com educação especial pode ser compensador quanto a benefícios econômicos maiores (KASSAR, 2011).

Essa visão tratava o aluno como um recurso a ser otimizado, reforçando a dicotomia entre "normais" e "excepcionais" e mantendo a educação especial como um sistema paralelo e segregado. Nessa perspectiva, a educação da pessoa com deficiência adquiria valor principalmente na medida em que poderia contribuir para sua adaptação às exigências sociais e produtivas. O estudante era, portanto, compreendido a partir de sua capacidade de ser preparado para desempenhar determinadas funções, fazendo com que a educação assumisse também um caráter de adequação do indivíduo às necessidades da sociedade. Essa concepção mantém uma relação estreita entre educação, produtividade e utilidade social, deixando em segundo plano aspectos como participação, autonomia, diversidade e direito à convivência no espaço escolar comum.

A manutenção de estruturas diferenciadas também contribuía para que a responsabilidade pela adaptação permanecesse concentrada no estudante. Em vez de questionar se os métodos, os recursos e a organização da escola eram adequados à diversidade existente entre os alunos, a lógica predominante buscava desenvolver no indivíduo as condições necessárias para que ele pudesse se aproximar do padrão estabelecido. Dessa maneira, a educação especial permanecia associada à ideia de atendimento diferenciado e separado, dificultando a construção de uma escola verdadeiramente aberta à diversidade.

Mantoan (2003) define essa ruptura necessária no ambiente escolar (FERREIRA *et al.*, 2025):

[...] não se trata apenas de inserir o aluno com deficiência na escola comum, mas de transformar a escola para todos, sem exceção (FERREIRA *et al.*, 2025).

Essa mudança representa uma alteração significativa na forma de compreender a própria função da escola. A questão deixa de ser exclusivamente como adaptar o estudante às condições existentes e passa a envolver a transformação das condições escolares para que diferentes sujeitos possam aprender e participar. Dessa forma, a inclusão não deve ser entendida apenas como a abertura das portas da escola para aqueles que anteriormente eram excluídos, mas como um processo de revisão das práticas, das relações e das formas de organização do ensino. A diversidade passa, então, a ser compreendida como uma característica própria do espaço escolar, e não como uma exceção que precisa ser tratada separadamente.

A partir da metade do século XX, com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1961 (Lei nº 4.024/1961), surge a categoria dos "excepcionais". Embora houvesse uma previsão de integração "dentro do possível", o tratamento escolar passou a ser influenciado pela Teoria do Capital Humano, especialmente durante o regime militar. O objetivo da educação especial era a reabilitação para a produtividade (KASSAR, 2011):

O mesmo indivíduo recebendo educação e tratamento adequados pode tornar uma pessoa útil e contribuir para a sociedade. Assim, o custo extra que representam os custos extras com educação especial pode ser compensador quanto a benefícios econômicos maiores (KASSAR, 2011).

Essa visão tratava o aluno como um recurso a ser otimizado, reforçando a dicotomia entre "normais" e "excepcionais" e mantendo a educação especial como um sistema paralelo e segregado. A mudança paradigmática começou a se consolidar na década de 1990, com a Declaração de Salamanca (1994), que propôs que a escola deve se ajustar ao aluno, e não o contrário. Mantoan (2003) define essa ruptura necessária no ambiente escolar:

[...] não se trata apenas de inserir o aluno com deficiência na escola comum, mas de transformar a escola para todos, sem exceção (FERREIRA *et al.*, 2025).

Atualmente, o ordenamento jurídico brasileiro, por meio da Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (2008) e da Lei Brasileira de Inclusão (2015), estabelece que o Atendimento Educacional Especializado (AEE) deve ser complementar e não substitutivo ao ensino regular. Arruda e Dikson (2018) salientam que essa nova organização pedagógica visa eliminar barreiras e garantir a autonomia:

O que se observa, então, é que a Resolução CNE/CEB nº 4/2009 reafirma o caráter da Educação Especial como ação complementar ou suplementar e não mais substitutiva à escolarização no ensino comum, como ocorria em classes e escolas especiais (FERREIRA *et al.*, 2025).

Em suma, a trajetória do tratamento escolar evoluiu de uma fase de exclusão total e extermínio simbólico para uma proposta de inclusão que reconhece a diversidade como valor educativo. Essa trajetória demonstra que a concepção de deficiência e a maneira como a escola responde às diferenças não são estáticas, mas estão relacionadas às concepções sociais e educacionais predominantes em cada período. O deslocamento de uma perspectiva centrada na correção e na adaptação do indivíduo para outra que reconhece a responsabilidade da escola na eliminação de barreiras representa uma transformação significativa na compreensão do direito à educação.

No entanto, o desafio atual reside em transformar o espaço escolar de um local de conformidade para uma comunidade de aprendizagem democrática que valorize as potencialidades de cada indivíduo. Isso significa compreender a inclusão como um processo permanente de transformação das práticas escolares, no qual a diversidade não seja tratada como obstáculo, mas como elemento constitutivo da própria educação. Dessa maneira, uma escola efetivamente inclusiva não é aquela que apenas permite que diferentes sujeitos estejam presentes, mas aquela que cria condições para que todos possam participar, aprender e desenvolver suas potencialidades no mesmo espaço educativo.

4 ABORDAGEM TEÓRICA SOBRE OS CONCEITOS FÍSICOS ENVOLVIDOS

Tendo o conhecimento sobre a Educação Inclusiva até se tornar o que é hoje, a pesquisa buscou garantir a inclusão de alunos com necessidades visuais nas aulas de Física, adaptando os fenômenos físicos outrora intrinsecamente visuais em algo palpável e de fácil compreensão. Assim procurou-se assegurar que é possível adaptar qualquer conteúdo de Física, assim como qualquer outro assunto de outras matérias, usando as habilidades aguçadas dos indivíduos com deficiência visual como principal aliado.

O desenvolvimento da pesquisa necessitou o conhecimento introdutório sobre Ondulatória, Mecânica, Óptica e Eletricidade, para que fosse possível compreender e analisar os fenômenos físicos envolvidos de forma fundamentada, interpretar dados experimentais com precisão, aplicar conceitos teóricos na resolução de problemas práticos, além de desenvolver modelos e simulações que representem adequadamente a realidade investigada de forma tátil e sensível. Esses campos da Física oferecem as bases necessárias para a elaboração do projeto, o uso adequado de instrumentos e tecnologias, bem como para a construção de uma abordagem científica consistente e coerente.

4.1 ONDULATÓRIA

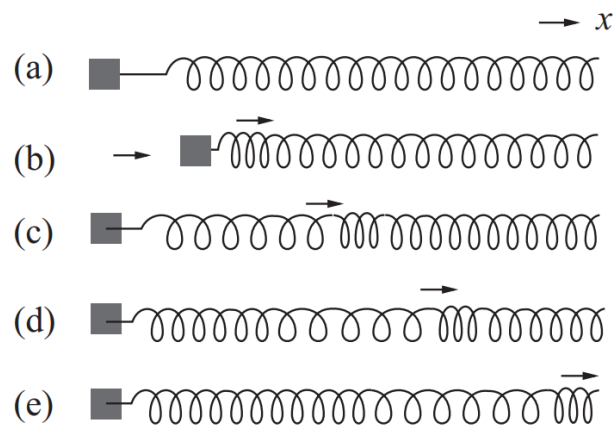
O estudo das ondas ocupa um lugar central na Física, dada sua capacidade de explicar uma ampla gama de fenômenos naturais e tecnológicos. As ondas estão presentes em diversos contextos: desde a propagação de som e luz até a transmissão de sinais por satélites e a operação de instrumentos médicos. Esta seção aborda os conceitos fundamentais da ondulatória, classificação, propriedades e algumas leis que regem sua propagação.

O pulso, pode ser definido como uma perturbação única em um meio, enquanto uma onda é o resultado da propagação dessa perturbação, sendo característica das ondas transportam energia sem transportar matéria. As ondas podem ser transversais, longitudinais ou mistas. As ondas transversais são aquelas em que a vibração das partículas ocorre em direção perpendicular à propagação da onda, já nas ondas longitudinais, a vibração das partículas é paralela à direção de propagação da onda. Há ainda as ondas mistas, em que coexistem componentes transversais e longitudinais simultaneamente (MOREIRA; SOUZA, 2016).

Na Figura 1, observa-se assim a onda longitudinal, que se origina da compressão de uma mola, e que logo após é seguida por uma rarefação. Se acompanharmos o movimento de uma dada espira (por exemplo, a primeira), vemos que ela se desloca

para a direita e depois para a esquerda, retornando à posição de equilíbrio.

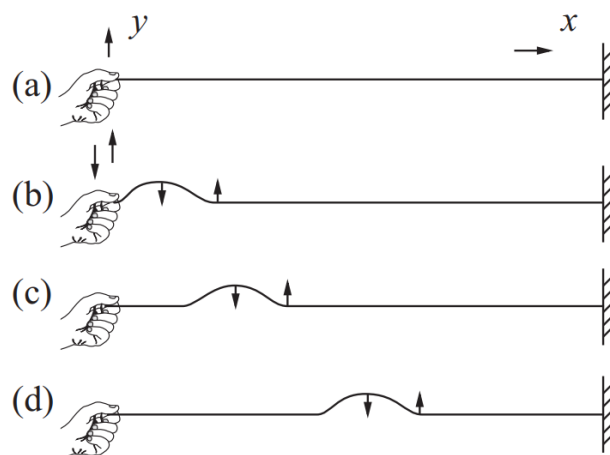
Figura 1 – Onda longitudinal se propagando em uma mola.



Fonte:(NUSSENZVEIG, 2014).

Já na Figura 2, pode-se identificar o comportamento de uma onda transversal, que está representada em uma corda esticada, cuja extremidade se aplica um impulso, sacudindo-a para cima e para baixo, fazendo com que o pulso se propague como uma onda ao longo da corda.

Figura 2 – Onda transversal se propagando em uma corda.



Fonte:(NUSSENZVEIG, 2014).

Quanto à natureza da vibração que origina a propagação da onda, distinguem-se dois tipos principais: as ondas mecânicas e as ondas eletromagnéticas. As ondas mecânicas são aquelas que dependem de um meio material para se propagar, pois surgem a partir da vibração de partículas do próprio meio, sendo assim, elas não se propagam no vácuo e estão presentes em fenômenos como o som, as ondas em cordas e em molas.

Já as ondas eletromagnéticas são geradas pela oscilação, propagando-se mesmo na ausência de um meio material, ou seja, no vácuo. Esse tipo de onda inclui a luz visível, as ondas de rádio, as micro-ondas, os raios infravermelhos, ultravioleta e os raios X, sendo fundamentais para diversas aplicações científicas, médicas e tecnológicas. Essa abordagem sistemática permite não apenas descrever o comportamento das ondas, mas também prever e controlar sua atuação nos mais diversos contextos (BORGES *et al.*, 2012).

As ondas periódicas representam um tipo especial de movimento ondulatório, caracterizado pela repetição regular de pulsos ao longo do tempo. Essa repetição contínua permite definir grandezas físicas fundamentais que descrevem o comportamento da onda e possibilitam sua análise quantitativa, sendo assim, as principais grandezas associadas às ondas periódicas, destacam-se a amplitude, o comprimento de onda (λ), a frequência (f) e o período (T).

O comprimento de onda, simbolizado por λ , é definido como a distância entre dois pontos consecutivos de uma onda que estejam em fase, ou seja, que estejam executando movimentos idênticos no mesmo instante. Essa medida é essencial para a caracterização espacial da onda e pode ser visualizada, por exemplo, na distância entre dois picos (ou vales) sucessivos em uma onda periódica (NUSSENZVEIG, 1997).

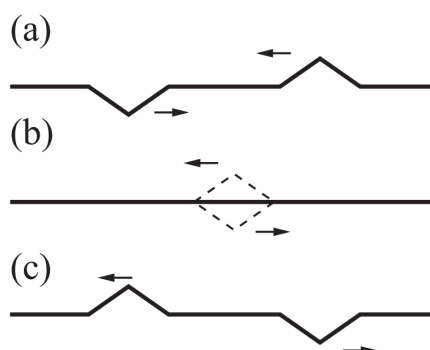
Outra grandeza fundamental é a frequência, representada pela letra f que indica o número de ciclos completos que passam por um determinado ponto em um intervalo de tempo de um segundo, desse modo, sua unidade no Sistema Internacional é o hertz (Hz), equivalente a um ciclo por segundo, portanto, a frequência está diretamente ligada à percepção de fenômenos como o tom em ondas sonoras e à cor em ondas eletromagnéticas visíveis.

Complementarmente, tem-se o período da onda, denotado por T , que representa o tempo necessário para a realização de um ciclo completo. O período e a frequência são grandezas inversamente proporcionais. O estudo dessa grandeza permite uma descrição precisa do comportamento das ondas periódicas em diferentes contextos físicos. Além disso, tais conceitos são aplicáveis tanto em ondas mecânicas quanto em ondas eletromagnéticas, desempenhando um papel crucial em áreas como comunicações, acústica, óptica, engenharia e medicina diagnóstica. A velocidade de propagação de uma onda, representada pela letra v , está diretamente relacionada ao comprimento de onda λ e à frequência f .

A interferência de ondas é um fenômeno fundamental da física que ocorre quando duas ou mais ondas, ao se propagarem no mesmo meio, encontram-se simultaneamente em um ponto comum. Esse encontro não resulta na destruição das ondas, mas sim em uma sobreposição temporária de seus efeitos, fundamentada pelo Princípio da Superposição. Segundo este princípio, formulado por Thomas Young na virada do século XVIII para o XIX, o efeito resultante no local do encontro é a soma

algébrica das amplitudes de todas as perturbações presentes.

Figura 3 – Superposição de ondas



Fonte:(NUSSENZVEIG, 2014).

Na Figura 3 , o comportamento das ondas durante esse processo possui uma característica denominada de independência. No momento exato do cruzamento, ocorre a superposição, mas imediatamente após esse evento, cada onda continua sua propagação original como se nada tivesse acontecido, mantendo suas propriedades (como amplitude e sentido) inalteradas. Dependendo de como essas amplitudes se somam, a interferência pode ser classificada em dois tipos principais: construtiva ou destrutiva.

A interferência construtiva caracteriza-se pelo reforço da onda resultante. Isso acontece quando as ondas se encontram em fases que permitem a soma de suas amplitudes, gerando um efeito cuja intensidade é maior do que a de cada onda individualmente. Um exemplo prático desse fenômeno pode ser observado na acústica: em um ambiente com duas caixas de som, as posições onde o ouvinte percebe o som de forma mais intensa indicam a ocorrência de interferência construtiva entre as ondas sonoras emitidas.

Por outro lado, a interferência destrutiva ocorre quando há um cancelamento, que pode ser parcial ou total. Nesse caso, a amplitude da onda resultante é menor do que pelo menos uma das amplitudes das ondas originais. Quando duas ondas de mesma amplitude se encontram em oposição de fase, ocorre a interferência totalmente destrutiva; nesse instante, o ponto de encontro permanece em equilíbrio, sem apresentar perturbação aparente enquanto durar a superposição.

4.2 DISPERSÃO DA LUZ

A dispersão da luz é um dos fenômenos mais fascinantes da óptica, consistindo na decomposição da luz branca em suas diversas cores constituintes ao atravessar um meio transparente, como um prisma de vidro ou gotas de água na atmosfera.

Embora observada desde a Antiguidade por figuras como o filósofo romano Sêneca, a compreensão científica desse processo evoluiu de uma mera curiosidade folclórica para uma base fundamental da física moderna e da tecnologia de comunicações.

Figura 4 – Representação visual da Dispersão da Luz



Fonte:(UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, s.d.).

Historicamente, antes do século XVII, acreditava-se que a luz branca era a forma mais simples e pura de luz, e que o prisma possuía a propriedade de transformá-la ou "colori-la" ao ser atravessado. Esse paradigma foi desafiado pelas investigações de Isaac Newton em 1666. Em um experimento célebre, Newton permitiu que um feixe de luz solar passasse por um orifício em um quarto escuro e incidisse sobre um prisma, projetando o espectro de cores do arco-íris em um anteparo. Podendo ser observado na Figura 4.

Embora as leis da reflexão e refração sejam frequentemente estudadas considerando uma luz de cor única (monocromática), na realidade, o índice de refração (n) de uma substância não constante para todas as cores. Ele depende do comprimento de onda (λ) ou da frequência (f) da radiação luminosa. Isso significa que, ao passar do ar para um vidro, por exemplo, a luz azul sofre um desvio diferente da luz vermelha, pois cada uma "enxerga" um índice de refração ligeiramente distinto naquele material.

O exemplo clássico de dispersão foi demonstrado por Isaac Newton em suas experiências com prismas. Ao incidir luz branca (que é uma mistura de todas as cores visíveis) em um prisma, a dispersão faz com que cada componente cromático seja refratado com um ângulo diferente, resultando na separação das cores e na formação do espectro visível. Esse mesmo efeito é o que produz as cores observadas em diamantes e no arco-íris. Do ponto de vista da teoria eletromagnética, a dispersão revela que as propriedades elétricas e magnéticas da matéria (como a constante dielétrica) respondem de maneira diferente dependendo da rapidez com que a onda luminosa oscila. Assim, para substâncias "fortemente dispersivas", como a água em

certas frequências, as discrepâncias no índice de refração podem ser significativamente grandes.

Quando a luz atravessa a interface entre dois meios com diferentes índices de refração, cada componente cromático sofre uma mudança em sua velocidade e, conseqüentemente, um desvio em sua trajetória. Como o índice de refração depende do comprimento de onda, cada cor é desviada em um ângulo diferente. Cores como o violeta, com menor comprimento de onda, sofrem maior desvio, enquanto o vermelho, com maior comprimento de onda, é menos desviado. Esse comportamento provoca a separação das cores que originalmente estavam sobrepostas, originando o espectro visível (ALMEIDA, 1967).

A dispersão da luz se manifesta em fenômenos naturais, como o arco íris e em vários campos da ciência e tecnologia. Por exemplo, em lentes dá lugar à aberração cromática e, em comunicações por fibra óptica, produz um alargamento dos pulsos de luz que se propagam nas fibras, limitando a taxa de transmissão. Assim, conhecer a relação de dispersão é importante para projetar lentes de câmeras, telescópios e microscópios e sistemas de comunicação óptica.

4.3 LANÇAMENTO OBLÍQUO

Na aplicação da cinemática, um movimento é classificado como acelerado sempre que há uma variação do vetor velocidade ao longo do tempo. No caso mais simples do movimento retilíneo uniformemente acelerado, a aceleração permanece constante em módulo, direção e sentido. Matematicamente, isso resulta em uma velocidade que varia linearmente com o tempo e em uma posição que segue uma função quadrática, gerando uma trajetória que, em um gráfico de posição por tempo, assume a forma de uma parábola.

Tendo conhecimento sobre esses estudos, pode-se apresentar movimento de projéteis. Ocorre quando um corpo é lançado na vizinhança da superfície da Terra, esse movimento é tratado sob condições idealizadas: a aceleração da gravidade g é considerada constante e a resistência do ar é desprezada. A grande descoberta de Galileu foi perceber que o movimento oblíquo pode ser entendido como a sobreposição de dois movimentos independentes.

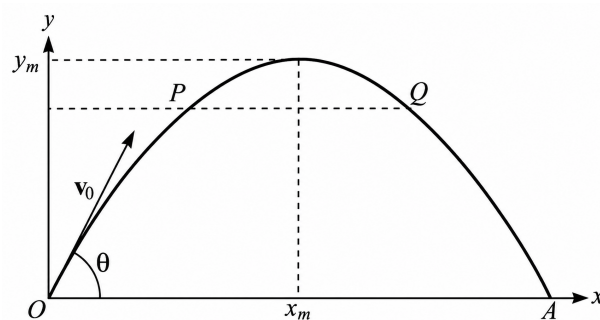
No eixo horizontal, a ausência de forças resulta em um movimento retilíneo uniforme, onde a velocidade inicial permanece inalterada ao longo do tempo. Simultaneamente, no eixo vertical, o projétil está sujeito à aceleração da gravidade, o que caracteriza um movimento uniformemente acelerado. Essa combinação de um avanço linear constante com uma queda (ou subida) acelerada resulta em uma trajetória parabólica, uma descoberta creditada historicamente a Galileu.

A formulação matemática do problema permite prever resultados críticos do lançamento. A altura máxima (h) é atingida no exato instante em que a componente

vertical da velocidade se anula, sendo proporcional ao quadrado da velocidade de lançamento e ao seno do ângulo de inclinação. Já o alcance horizontal total (A) depende da combinação das velocidades nos dois eixos, o alcance máximo é obtido com um ângulo de lançamento de 45° , e que existe uma simetria onde ângulos complementares (como 30° e 60°) resultam na mesma distância percorrida.

O lançamento oblíquo ou de projétil é um movimento realizado por um objeto que é lançado na diagonal. Esse tipo de movimento realiza uma trajetória parabólica, unindo movimentos na vertical (sobe e desce) e na horizontal. Assim, o objeto arremessado forma um ângulo (θ) entre 0° e 90° em relação a horizontal.

Figura 5 – Representação das componentes presentes no lançamento oblíquo.



Fonte:(NUSSENZVEIG, 2002)

Além dos conceitos básicos de trajetória e alcance, o lançamento oblíquo em contextos tecnológicos, analíticos e experimentais pode ter como características:

- Analogia com Partículas Carregadas: O comportamento de um projétil é usado como modelo fundamental para entender o movimento de partículas eletrizadas. Em campos elétricos uniformes, como no interior de um tubo de raios catódicos, elétrons disparados horizontalmente sofrem uma deflexão vertical constante, resultando em uma trajetória parabólica matematicamente idêntica à de uma bala de canhão. Esse princípio foi essencial para a descoberta do elétron por J. J. Thomson.
- Parábola de Segurança: O estudo dos limites do lançamento introduz o conceito de "parábola de segurança". Trata-se de uma curva que delimita a região do espaço que pode ser atingida por um projétil para uma velocidade inicial fixa; qualquer ponto abaixo dessa parábola é alcançável ajustando-se o ângulo de elevação.
- Análise pela Conservação da Energia: O lançamento oblíquo é validado pelas leis de conservação. Independentemente do ângulo, a velocidade de um projétil em qualquer ponto de sua trajetória depende exclusivamente da sua altura em

relação ao ponto de lançamento, seguindo a fórmula de Torricelli. Isso demonstra que a energia mecânica do projétil permanece constante durante todo o percurso no vácuo.

- **Aplicações em Relógios Atômicos:** O fenômeno da "queda livre" de projéteis é verificado com precisão extrema em experimentos com feixes de átomos (como o césio) disparados em câmaras de vácuo. O tempo que esses átomos levam para percorrer suas trajetórias parabólicas é um dado crítico utilizado na construção e calibração de relógios atômicos de alta precisão.
- **Complexidade da Resistência do Ar:** O modelo idealizado é contrastado com a realidade balística, onde a resistência do ar depende da velocidade e da aerodinâmica do objeto. Na presença de ar, os movimentos horizontal e vertical deixam de ser independentes (ficam "acoplados"), o que reduz o alcance e altera a simetria da parábola original.

Conclui-se, portanto, que a análise do projétil encerra a descrição puramente geométrica do movimento para dar lugar à investigação de suas causas fundamentais. Ao compreender como a aceleração da gravidade molda a trajetória parabólica, estabelece-se a base necessária para o estudo da Dinâmica, onde as Leis de Newton explicam a interação entre força e massa que governa todos os corpos em movimento.

4.4 LINHAS DE CAMPO ELÉTRICO

O conceito de campo elétrico é introduzido na física de forma análoga ao campo gravitacional, tornando-se um elemento fundamental para a transição do estudo da eletrostática para a eletrodinâmica. Fundamentalmente, a interação eletrostática entre cargas pode ser descrita por meio do princípio de superposição, onde a força exercida sobre uma carga puntiforme proporcional ao valor dessa carga, permitindo definir o campo elétrico como a força por unidade de carga naquele ponto.

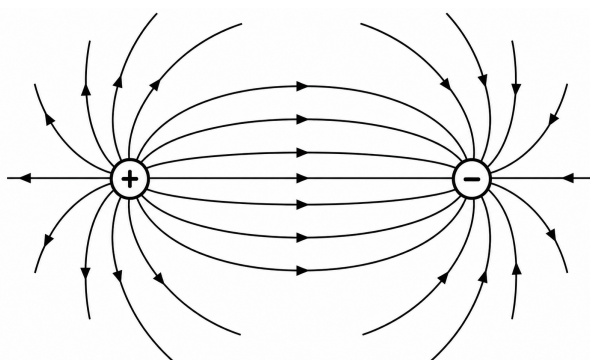
Nesse contexto, as cargas que originam a influência no espaço são denominadas "fontes" do campo, enquanto a carga q utilizada para medir sua intensidade e direção é chamada de "corpo de prova". A ideia básica reside no fato de que uma distribuição de cargas no vácuo afeta todos os pontos do espaço circundante, produzindo em cada um deles um valor específico de campo elétrico, o qual é revelado pela força exercida sobre a carga de prova colocada nesse local. Embora a carga de prova também crie seu próprio campo, para fins de medição ideal, busca-se que ela seja suficientemente pequena para não perturbar significativamente a distribuição das cargas fontes.

Historicamente, a introdução do campo como intermediário das interações foi crucial para superar a problemática da "ação à distância". Enquanto a lei de Coulomb

sugere que os efeitos do movimento de uma carga seriam sentidos instantaneamente por outras, a concepção de campo estabelece que a interação é mediada pelo próprio campo, propagando-se com uma velocidade finita, a velocidade da luz. Essa mudança de paradigma foi defendida por cientistas como Faraday e Maxwell, sendo este último o responsável por formular as equações que sintetizam o eletromagnetismo clássico e tratam o campo como uma entidade física real e dinâmica.

Enquanto o campo elétrico é definido matematicamente como uma grandeza vetorial em cada ponto do espaço, as linhas de força surgem como um recurso para visualizar a estrutura desse campo de forma mais concreta. Formalmente, uma linha de força é definida como uma curva que é tangente, em cada um de seus pontos, à direção do vetor campo elétrico naquele local exato. Dessa forma, ao traçar uma tangente à curva e seguir o sentido indicado pela linha, determina-se imediatamente a orientação do campo elétrico em qualquer ponto da trajetória.

Figura 6 – Linhas imaginárias do campo elétrico entre duas cargas opostas.

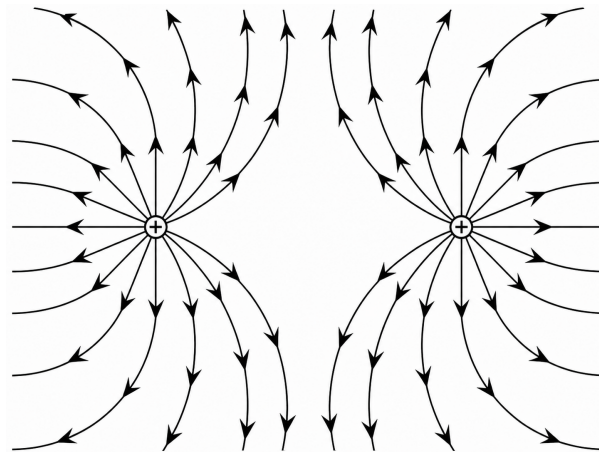


Fonte: (NUSSENZVEIG, 1997) .

Como visto na Figura 6, a representação visual dessas linhas permite identificar padrões fundamentais dependendo da fonte de carga. Para cargas puntiformes, as linhas possuem uma configuração radial: no caso de uma carga positiva, elas apontam para fora (divergentes), enquanto para uma carga negativa, elas apontam para dentro (convergentes).

Quando se analisa um dipolo elétrico (par de cargas de sinais opostos), as linhas nascem na carga positiva e terminam na negativa, criando um padrão de arco entre elas. Podendo ser vistas de forma detalhada na figura 7:

Figura 7 – Linhas de Campo elétrico entre duas cargas de sinais iguais.



Fonte:(NUSSENZVEIG, 2002).

Além da direção, as linhas de força fornecem informações qualitativas sobre a intensidade do campo. A magnitude do campo elétrico é inversamente proporcional ao espaçamento entre as linhas; portanto, em regiões onde as linhas estão mais próximas (maior densidade), o campo é mais intenso. Um princípio físico fundamental é que duas linhas de força nunca se cruzam, pois, se houvesse uma intersecção, o campo elétrico naquele ponto teria duas direções simultâneas, o que é fisicamente impossível. Por fim, as linhas de força não devem ser confundidas com as trajetórias de partículas carregadas, uma vez que a direção da força em uma partícula em movimento não coincide, em regra, com a direção de sua trajetória.

A configuração das linhas de força revela propriedades fundamentais da distribuição de cargas que as originam:

Sincronia com a Carga Fonte: Para uma carga puntiforme isolada, as linhas possuem direção radial, apontando para fora se a carga for positiva e para dentro se for negativa. Em sistemas mais complexos, como dipolos ou planos carregados, as linhas refletem os elementos de simetria do problema (esférica, planar ou axial).

Intensidade do Campo: Além da direção, é possível visualizar a magnitude do campo através da densidade dessas linhas. Convenciona-se que a intensidade do campo elétrico é inversamente proporcional ao espaçamento entre as linhas de força; ou seja, onde as linhas estão mais próximas, o campo é mais intenso.

5 PROCESSOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa possui abordagem qualitativa e caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de natureza exploratória, uma vez que busca compreender a realidade por meio das experiências e percepções dos participantes e, a partir disso, desenvolver e adaptar *kits* didáticos acessíveis para o ensino de Física destinados a estudantes com deficiência visual. Na construção dos *kits* didáticos, a utilização de recursos como legendas em braille e audiodescrição por meio de QR Code não é vista apenas como um suporte técnico, mas como uma estratégia de promoção da autonomia, da participação e da autoestima do estudante com deficiência visual.

O *kit* sobre ondulatória se fez possível através da seleção de modelos já existentes no site (Thingiverse.com) , a escolha deu-se através de modelos ideais para representar as oscilações que ocorrem em uma dada superfície. As oscilações têm relevos que são primordiais para o tato dos alunos, permitindo com que sintam as ondas se propagando. A maneira mais eficiente para adaptar algo que em sua maioria é percebido visualmente ou auditivamente é através da impressão, e desta forma, foram construídos três tipos de ondas que servem para identificar as diferentes características, podendo ser sentidas e assim os alunos devem entender o que são as oscilações, comprimento da onda e entender como ocorre a interferência entre duas ondas.

Adicionalmente, o projeto de ondas contempla a representação de fenômenos complexos, como a sobreposição de ondas, traduzidos em superfícies com texturas que "sobem e descem". Essa abordagem pedagógica permite a compreensão de temas práticos, e para assegurar a acessibilidade plena, o modelo é acompanhado por legenda identificadora em braille e um QR code que, ao ser escaneado, fornece uma audiodescrição detalhada sobre os conceitos físicos envolvidos e as instruções de manuseio do material. Dessa forma, o experimento de ondulatória visa transformar o aluno cego em um sujeito ativo no processo de aprendizagem, garantindo que ele compreenda os fenômenos naturais de forma equitativa e significativa.

O fenômeno da dispersão da luz é um tópico da física que requer um entendimento visual, o que torna essencial revisar a maneira de abordar esse tema. Para isso, foi feita a impressão de um prisma, enquanto placas coloridas foram criadas para ilustrar as diferentes tonalidades, com seus nomes escritos em braille. A aplicação dessa ideia pedagógica no âmbito da óptica se fundamenta na concretização do espectro eletromagnético visível, transformando a diversidade de cores da luz em uma vivência tátil e auditiva. Com o prisma tridimensional como base, o experimento evidencia a separação da luz branca por meio de placas com texturas variadas, que são fixados para simbolizar o desvio angular de cada cor após a refração. Essa abordagem

possibilita que alunos com deficiência visual entendam, pela disposição espacial, por que o violeta apresenta um desvio maior que o vermelho.

O lançamento oblíquo é um movimento realizado por um objeto arremessado a uma certa distância, onde sua altura está diretamente relacionada ao ângulo de lançamento, unindo dois tipos de movimento: de queda livre na vertical e do movimento uniforme na horizontal. Nesse caso, tem a mistura de impressão 3D e materiais de fácil acesso: foi utilizado um arame para simular a trajetória de uma bola de canhão e um canhão impresso em 3D. A aplicação prática dessa proposta pedagógica no ensino de mecânica fundamenta-se na materialização da trajetória parabólica, convertendo um fenômeno que depende da observação visual em uma experiência tátil e concreta. Utilizando a modelagem tridimensional como base, o experimento permite que o estudante com deficiência visual tateie o arco descrito pelo projétil, representado pelo arame, identificando fisicamente os pontos de altura máxima e o alcance horizontal.

O *kit* de Linhas de Campo Elétrico materializa conceitos abstratos da eletricidade ao associar a impressão 3D a materiais de baixo custo. O recurso é composto por duas semiesferas que representam cargas positivas e negativas, com polaridades identificadas em braille, interligadas por arames que simulam as linhas de força. Essa abordagem converte representações tradicionalmente visuais em uma experiência tátil, permitindo que alunos com deficiência visual compreendam fisicamente a direção e o sentido do vetor campo elétrico. Como tecnologia assistiva, o *kit* integra audiodescrição acessível via QR Code, detalhando o experimento e os conceitos físicos envolvidos. Trata-se de uma ferramenta pedagógica multissensorial que promove a autonomia, a inclusão plena e mitiga as barreiras no aprendizado de fenômenos essencialmente visuais.

6 DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO DOS *KITS* DIDÁTICOS TÁTEIS PARA O ENSINO DE FÍSICA

Nesta seção são apresentados os *kits* didáticos acessíveis para inclusão dos alunos cegos em sala de aula, que podem ser usados como ferramenta de introdução e compreensão dos fenômenos abstratos e em sua maioria visuais que são estudados nas ciências da natureza. É essencial que os experimentos sejam projetados para atender aos objetivos educacionais e às habilidades dos alunos, porém por conta da falta de estrutura no espaço escolar, muitos professores focam exclusivamente na transmissão conteudista de forma tradicional (GIORDAN, 1999).

A proposta do projeto buscou criar *kits* didáticos táteis para alunos cegos, todavia ao longo da construção deste trabalho, observou-se a possibilidade de encontrar alunos com essas especificidades que poderiam não conhecer o alfabeto braille, já outros alunos podem ter baixa visão e enxergar luz e cores fortes. Tendo em vista essas possibilidades, os *kits* didáticos foram feitos e adaptados buscando adaptar-se a todos esses públicos, contando com características específicas, alfabeto braille e cores fortes que possibilita a identificação de cada parte.

Junto a essas características, foram produzidos QR codes para cada *kit*, que servem como auxílio em áudio explicando os assuntos físicos abordados. Esses áudios foram produzidos através de um gravador de voz de um smartphone, as explicações foram produzidas com os materiais utilizados para construção da fundamentação teórica do presente projeto, para manter a fidelidade e coerência dos assuntos físicos. E por fim, para transformar os áudios para QR code, foi utilizado o site (me-qr.com) que comporta essa funcionalidade.

Ao propor que o aluno deixe de ser um observador passivo para se tornar um sujeito ativo na experimentação, o trabalho validou a eficácia pedagógica de tecnologias assistivas de baixo custo e alta replicabilidade institucional. Assim, este trabalho serve como um modelo metodológico para outras instituições, fomentando o debate sobre a urgência de materiais didáticos acessíveis. Espera-se que a futura aplicação e avaliação destes *kits* didáticos forneçam subsídios concretos para a formação docente e para o fortalecimento de uma educação verdadeiramente democrática, na qual a diversidade sensorial seja reconhecida como uma potência no processo de ensino-aprendizagem das Ciências da Natureza.

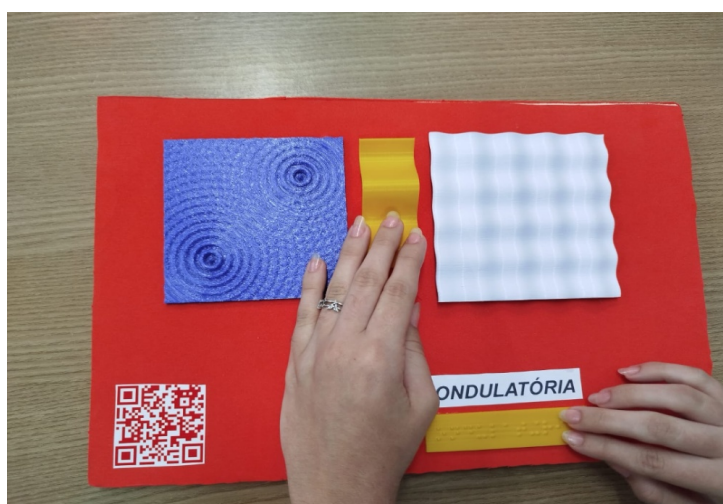
6.1 *KIT* ONDULATÓRIA

A maneira mais eficiente para adaptar algo que em sua maioria é percebido visualmente ou auditivamente é através da impressão, e desta forma, foram impressos três tipos de ondas que servem para identificar as diferentes características, podendo

ser sentidas e assim os alunos devem entender o que são as oscilações, comprimento da onda e entender como ocorre a interferência entre duas ondas.

Na Figura 8, o *kit* sobre ondas é composto por três tipos de ondas: a onda de cor azul representa a interferência de duas ondas planas, fazendo referência às perturbações que ocorrem na superfície de água. É importante para os alunos cegos entender o fenômeno que acontece quando duas ou mais ondas se cruzam e se sobrepõem no mesmo espaço, podendo se somar para formar uma onda maior (interferência construtiva) ou se anular parcial ou totalmente (interferência destrutiva), antes de seguirem seus caminhos.

Figura 8 – *Kit* didático sobre Ondas

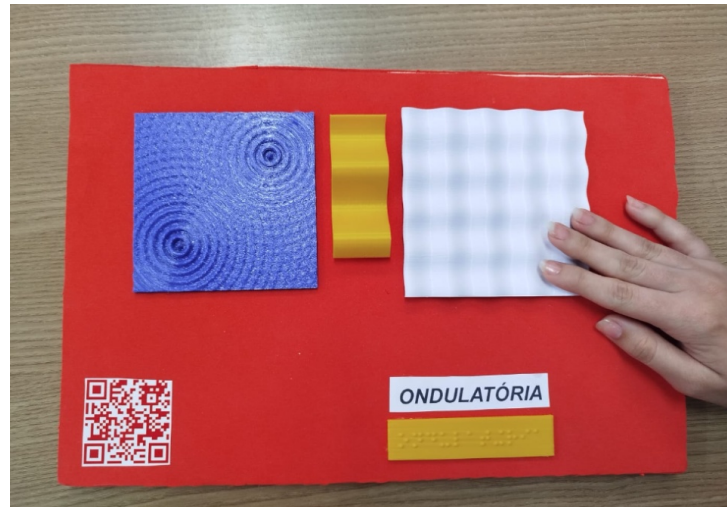


Fonte: Elaboração própria.

Ao centro do *kit* em amarelo, está presente uma representação de uma onda transversal. Em futuras aplicações, a interação dos alunos se iniciará com essa onda, para assim ser introduzida as características que as ondas possuem como os vales, que são os pontos mais baixos de uma onda, e por fim, as cristas, que são os pontos mais altos.

Ainda na Figura 8, pode-se observar também a representação de uma onda estacionária, um padrão de oscilação formado pela superposição de duas ondas de mesma frequência e amplitude que viajam em direções opostas. Elas não se propagam pelo espaço, em vez disso, permanecem fixas, criando regiões alternadas de repouso absoluto (nós) e oscilação máxima (ventres).

Na Figura 9, o projeto utiliza cores vibrantes que contrastam com as cores dos materiais que compõem as ondas. Dessa forma, o *kit* sobre ondas faz com que os alunos possam sentir as características de uma onda específica, mas também mostra o que ocorre quando duas ondas se encontram, sendo uma ótima alternativa para introduzir os alunos com baixa visão ou cegos ao conteúdo de ondas.

Figura 9 – *Kit* didático sobre ondulatória

Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 10, pode-se observar o QR code contendo as explicações sobre os *kits*, além de uma breve introdução sobre o assunto de ondulatória. Dessa forma, os alunos têm uma experiência tátil e auditiva sobre o assunto de ondulatória. Assim, o explicativo pode ser acessado ao apontar a câmera do celular para o mesmo.

Figura 10 – QR code do áudio- explicativo referente ao *Kit* de Ondulatória

Fonte: Elaboração própria.

6.2 KIT DE DISPERSÃO DA LUZ

O fenômeno da dispersão da luz é um tópico da física que requer um entendimento visual, o que torna essencial revisar a maneira de abordar esse tema. Para isso, um prisma está presente ao centro de todo o *kit*, enquanto placas coloridas estão

fixadas seguindo o exemplo visual deste fenômeno, ilustrando as diferentes tonalidades, com seus nomes escritos em braille.

Figura 11 – *Kit* didático sobre Dispersão da Luz .



Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 11, pode-se observar o *kit* sobre dispersão da luz que é um assunto presente no conteúdo de óptica, representando as cores branca, vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta. Ao modelar as placas, foram inseridos os nomes das cores em braille em suas faces, para que os alunos cegos usem o tato e assim identifiquem as cores.

Para os alunos com baixa visão, o contraste das cores presentes nesse *kit* pode ser observado sem maiores dificuldades, todavia, para os alunos que sejam completamente cegos, o uso do braille nas placas, junto com o modelo fixado com as características marcantes desse fenômeno físico e o áudio explicativo para auxiliar na experiência fazem com que esse *kit* se torne inclusivo para os alunos que tenham essas especificidades.

Na Figura 12, pode-se observar o QR code referente ao *kit* de dispersão da luz composto pela explicação do fenômeno físico que constitui a dispersão da luz e as características do *kit* didático.

Figura 12 – QR code referente ao *kit* sobre dispersão da luz.

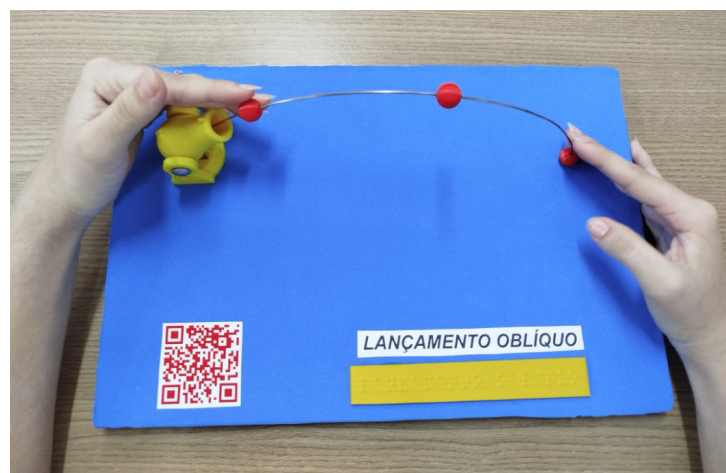


Fonte: Elaboração própria.

6.3 KIT DE LANÇAMENTO OBLÍQUO

Nesse *kit* didático se deu pela mistura de impressão e materiais de fácil acesso, utilizando um arame para simular a trajetória de uma bola de canhão e um canhão impresso em 3D. O experimento permite que o estudante com deficiência visual tateie o arco descrito pelo projétil, representado pelo arame, identificando fisicamente os pontos de altura máxima e o alcance horizontal. Essa estratégia visa mitigar a barreira da abstração, permitindo que o aluno compreenda como o ângulo de disparo no canhão impresso influencia diretamente o percurso do objeto no espaço.

Figura 13 – *Kit*sobre Lançamento Oblíquo.



Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 13 observamos um canhão amarelo, o aparato é composto por 3

esferas simulando a bala do canhão, a trajetória curva dessas esferas se deu através de um arame que foi moldado para ter essa trajetória tão característica desse modelo. Assim, as 3 esferas estão inseridas em diferentes posições na trajetória do que lançamento até que ela toque o chão. Desse modo os estudantes com baixa visão e cegos são instigados a experimentar e aprender sobre o lançamento oblíquo de forma tátil e didática.

Figura 14 – Qr code referente ao *kit* de Lançamento Oblíquo.



Fonte: Elaboração própria.

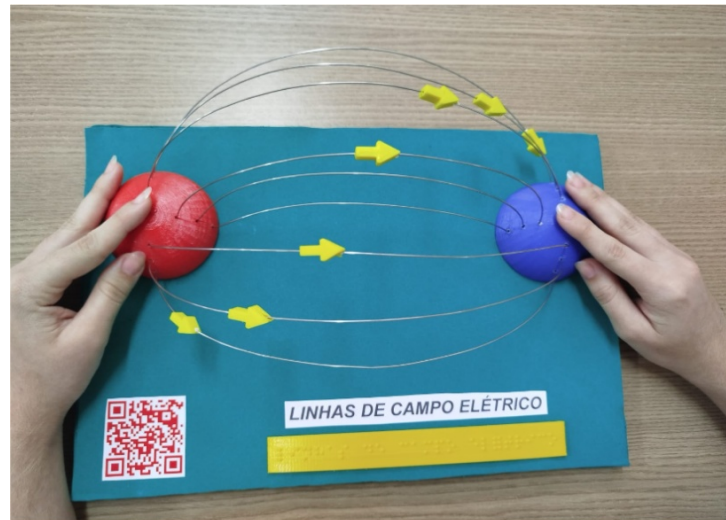
Na Figura 14, pode-se observar o QR code referente ao *kit* de lançamento oblíquo com as explicações físicas do conteúdo e característica do aparato para orientar os alunos na experiência tátil sobre o lançamento de projéteis.

6.4 KIT DE LINHAS DE CAMPO ELÉTRICO

Este aparato também combina impressão 3D com materiais de fácil obtenção, apresentando duas semiesferas que representam cargas positiva e negativa, com a indicação das polaridades em braille nos seus topos. Para representar as linhas de campo elétrico, foram empregados arames fixados e conectados às duas cargas, permitindo que se perceba por toque a orientação das mesmas.

Como pode ser visto na Figura 15, as cargas podem ser identificadas pela cor vermelha (carga positiva) e azul (carga negativa), que tem suas cargas na parte superior das peças em braille. As linhas imaginárias de interação entre as duas cargas são compostas por arame e o sentido das linhas composto por setas para identificar que as linhas saem da carga positiva e vão para carga negativa.

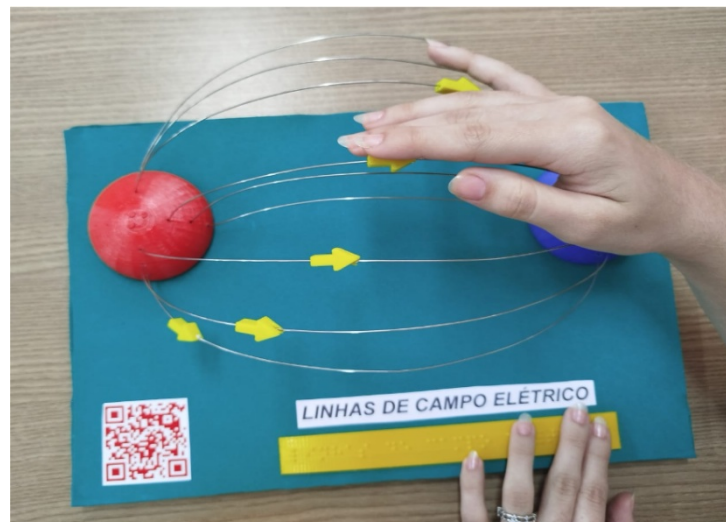
Figura 15 – *Kit* sobre Linhas de Campo Elétrico.



Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 16, os alunos poderão sentir pelo tato e entender como as linhas de campo elétrico ocorrem e suas características e assim, serem incluídas no processo de ensino de Física sobre o assunto de Eletricidade de forma mais efetiva e inclusiva, tornando os mesmos protagonistas na sala de aula.

Figura 16 – *Kit* sobre linhas de campo elétrico.



Fonte: Elaboração própria.

Na Figura 17, pode-se observar o QR code sobre as Linhas de Campo Elétrico, explicando os conceitos físicos presentes e também orientando os alunos sobre as características do *kit* didático, para assim, ser atingido o objetivo do *kit* de introduzir o conteúdo de Linhas de Campo Elétrico de forma inclusiva.

Figura 17 – Qr code do *kit* sobre as Linhas de Campo Elétrico.



Fonte: Elaboração própria.

A elaboração dos *kits* didáticos permitiu transformar conteúdos de Física que, em geral, dependem de representações visuais em recursos acessíveis ao estudante com deficiência visual. Cada material foi desenvolvido considerando as particularidades do tema abordado e as necessidades do público-alvo, incorporando elementos que favorecem a exploração tátil e o acesso às informações de forma autônoma.

A partir da etapa de construção, espera-se que os *kits* didáticos possam ser aplicados em contextos educacionais que atendam estudantes com deficiência visual, permitindo avaliar sua contribuição para a compreensão de conceitos de Física e para a promoção de práticas pedagógicas mais acessíveis. Essa aplicação possibilitará identificar potencialidades e limitações da proposta, fornecendo subsídios para seu aperfeiçoamento e para o desenvolvimento de novos recursos didáticos inclusivos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho desenvolveu *kits* didáticos interativos e acessíveis para o ensino de Física a estudantes cegos e com baixa visão, buscando tornar conteúdos tradicionalmente abstratos mais compreensíveis por meio de recursos táteis, auditivos e visuais adaptados. A elaboração dos materiais demonstrou que a utilização da modelagem e impressão 3D, associada a tecnologias assistivas, representa uma alternativa viável para promover uma aprendizagem mais inclusiva e significativa.

Os objetivos propostos foram alcançados por meio da criação de *kits* que abordam os conteúdos de ondulatória, dispersão da luz, lançamento oblíquo e linhas de campo elétrico, integrando elementos como legendas em braille, cores contrastantes e audiodescrição por QR Code. Esses recursos ampliam as possibilidades de participação dos estudantes com deficiência visual, favorecendo sua autonomia e contribuindo para a compreensão dos conceitos físicos.

Além dos materiais produzidos, a pesquisa reforça a importância de práticas pedagógicas que considerem as diferentes formas de aprendizagem presentes na sala de aula. Assim, espera-se que este trabalho incentive professores e instituições de ensino a investirem em recursos didáticos acessíveis, fortalecendo uma educação mais inclusiva e comprometida com a igualdade de oportunidades. Por fim, acredita-se que os *kits* desenvolvidos possam servir como referência para futuras pesquisas e para a criação de novos materiais voltados ao ensino inclusivo de Física e de outras áreas das Ciências da Natureza, contribuindo para a construção de um ambiente escolar mais democrático, acessível e acolhedor.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. **A Dança de São Gonçalo**. Rio de Janeiro: Campanha de Defesa do Folclore Brasileiro / Ministério da Educação e Cultura, 1967. (Cadernos de Folclore, 67). Citado na página 27.

ARROYO, M. G. Políticas de formação de educadores(as) do campo. **Cadernos CEDES**, v. 27, n. 72, p. 157–176, 2007. ISSN 1678-7110. Disponível em: <<http://www.cedes.unicamp.br>>. Citado na página 12.

BOFI, T. C. **Desenvolvimento psicomotor e dificuldades de aprendizagem escolar em crianças de 5 a 8 anos: Representações de professores**. Tese (Tese de Doutorado) — Faculdade de Ciências e Letras de Assis, Universidade Estadual Paulista, Assis, 2012. Citado na página 14.

BORGES, L. d. R. *et al.* Atendimento à crise psíquica no pronto-socorro: visão de profissionais de enfermagem. **Revista Gaúcha de Enfermagem**, v. 33, n. 3, p. 27–33, 2012. Citado na página 24.

Brasil. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional**. 1996. Brasília, DF. Disponível em: <<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1996/lei-9394-20-dezembro-1996-362578-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Citado na página 15.

BRASIL. **Lei n. 13.146, de 6 de julho de 2015**: Institui a lei brasileira de inclusão da pessoa com deficiência (estatuto da pessoa com deficiência). Brasília, DF: [s.n.], 2015. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm>. Citado na página 12.

CRUZ, J. I. G. d.; DIAS, T. R. d. S. Trajetória escolar do surdo no ensino superior: condições e possibilidades. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 15, n. 1, p. 65–80, 2009. ISSN 1413-6538. Citado 2 vezes nas páginas 15 e 16.

FERREIRA, F. R. S. *et al.* A evolução da educação especial e inclusiva no Brasil: Conquistas, desafios e perspectivas. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 7, n. 5, p. 219–226, 2025. ISSN 2674-8169. Citado 3 vezes nas páginas 18, 19 e 20.

FREITAS, N. K. Inclusão socioeducativa na escola: avaliação do processo e dos alunos. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 16, n. 60, p. 323–336, 2008. ISSN 0104-4036. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eape/v16n60/v16n60a03.pdf>>. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 15.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43–49, 1999. Citado na página 34.

KASSAR, M. d. C. M. Percursos da constituição de uma política brasileira de educação especial inclusiva. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 17, p. 41–58, maio/ago. 2011. ISSN 1413-6538. Edição Especial. Citado 3 vezes nas páginas 18, 19 e 20.

MARTINS, L. d. A. R. *et al.* (Ed.). **Inclusão: Compartilhando Saberes**. Petrópolis: Editora Vozes, 2011. ISBN 9788532633088. Citado na página 17.

MENDES, E. G. A radicalização do debate sobre inclusão escolar no brasil. **Revista Brasileira de Educação**, v. 11, n. 33, p. 387–405, 2006. ISSN 1413-2478. Citado na página 15.

MOREIRA, A. R. P.; SOUZA, T. N. d. Ambiente pedagógico na educação infantil e a contribuição da psicologia. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 20, n. 2, p. 229–237, 2016. Citado na página 22.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica: Eletromagnetismo**. 1. ed. São Paulo: Editora Blucher, v. 3, 1997. Citado 2 vezes nas páginas 24 e 30.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica: Mecânica**. 4. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, v. 1, 2002. ISBN 85-212-0298-9. Citado 2 vezes nas páginas 28 e 31.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica 2: Fluidos, Oscilações e Ondas, Calor**. 5. ed. São Paulo: Blucher, 2014. ISBN 978-85-212-0747-4. Citado 2 vezes nas páginas 23 e 25.

SILVA, G. G. Inclusão escolar: o que é? por quê? como fazer? **Revista Iniciação & Formação Docente**, v. 10, n. 1, p. 105–112, 2023. ISSN 2359-1064. Citado na página 12.

SILVA, N. C.; CARVALHO, B. G. E. Compreendendo o processo de inclusão escolar no brasil na perspectiva dos professores: uma revisão integrativa. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 23, n. 2, p. 291–308, 2017. ISSN 1413-6538. Citado na página 16.

SOUZA, C. Políticas públicas: uma revisão da literatura. **Sociologias**, v. 8, n. 16, p. 20–45, 2006. ISSN 1517-4522. Citado na página 14.

UNESCO. **Declaração de Salamanca sobre Princípios, Política e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais**. Salamanca: UNESCO, 1994. Declaração aprovada na Conferência Mundial sobre Necessidades Educativas Especiais. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/>>. Citado na página 12.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. **Título do documento**. Belo Horizonte: UFMG, s.d. Citado na página 26.