

RECURSOS DIDÁTICOS SOBRE AS LEIS DE NEWTON PARA PESSOAS COM BAIXA ACUIDADE VISUAL

**TEACHING RESOURCES ON NEWTON'S LAWS FOR PEOPLE WITH LOW
VISUAL ACUITY**

Ciências Exatas e da Terra • 21/08/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/787284041](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/787284041)

Mauricio Quelhas Antolin¹

Gisele Duarte Caboclo Antolin²

Marcelo Musci³

RESUMO

O ensino de física para alunos com baixa acuidade visual encontra inúmeros obstáculos, dentre os quais, podemos citar a extensa utilização de recursos visuais por educadores para a compreensão da matéria. Um dos conteúdos em que se observa grande dificuldade dos educadores em utilizar outros recursos didáticos, além do emprego de equações, é o relacionado as Leis de Newton. Isso dificulta significativamente o aprendizado destes alunos e o seu progresso em outros conteúdos. Desse modo, percebeu-se a necessidade do desenvolvimento de um projeto que tem como prioridade diminuir os impactos da desigualdade de metodologias e ferramentas pedagógicas existentes atualmente no ensino para estes estudantes. Assim este trabalho aborda o desenvolvimento de um material didático voltado para o ensino da disciplina física, para alunos com baixa acuidade visual. O material elaborado mostrou-se adequado para esta aplicação, garantindo aos educadores novas estratégias de ensino e novas possibilidades de aprendizagem.

Palavras-chave: Deficiência visual; Leis de Newton; Material didático.

ABSTRACT

Teaching physics to students with low visual acuity encounters numerous obstacles, among which we can mention the extensive use of visual resources by educators to understand the subject. One of the contents in which there is great difficulty for educators in using other teaching resources, in addition to the use of equations, is that related to Newton's Laws. This significantly hinders these students' learning and their progress in other content. In this way, the need to develop a project that has as a priority to reduce the impacts of the inequality of methodologies and pedagogical tools currently existing in teaching for these students was perceived. Therefore, this work addresses the development of teaching

material aimed at teaching physical discipline for students with low visual acuity. The material prepared proved to be suitable for this application, guaranteeing educators new teaching strategies and new learning possibilities.

Keywords: Visual impairment; Newton's Law; Didactic material.

1. INTRODUÇÃO

A Constituição brasileira (1988) assegura o acesso à educação a todos os indivíduos. Porém, após mais de três décadas de sua formulação, os indivíduos portadores de necessidades especiais ainda encontram inúmeros obstáculos para ter acesso à educação no Brasil.

Sendo a escola um reconhecido espaço gerador de conhecimento e de inclusão social, há a necessidade de que todos os estudantes sejam capazes de participar deste espaço de forma igualitária, o que é garantido inclusive por meio da Lei de Diretrizes de Base (BRASIL, 1996). Isto nos mostra uma grande falha no nosso sistema de ensino, que, apesar de prever a plena inclusão de estudantes com necessidades especiais, não garantem o seu aprendizado.

Desta forma, a educação inclusiva é um desafio complexo que exige a implementação de métodos pedagógicos inovadores para atender às necessidades educacionais destes alunos (SILVA, SEGADAS-VIANNA, 2022).

No meio da educação para indivíduos com baixa acuidade visual, os desafios são diversos, especialmente no que diz respeito às ferramentas educacionais e a adaptação de espaços físicos. Em termos de ferramentas, a adaptação de materiais impressos à tinta para formatos acessíveis, como braille ou áudio, é essencial, porém,

nem sempre está disponível de forma adequada. Além disso, o desenvolvimento de recursos digitais acessíveis e a formação de professores para utilizar essas tecnologias de maneira eficaz são áreas que demandam atenção e investimento (MARTINS, 2024).

A metodologia padrão de ensino para pessoas com limitações visuais são eficazes, mas limitadas. Na literatura encontramos diversos exemplos de materiais didáticos voltados para esta finalidade, como exemplo, padrões de símbolos em alto relevo, desenvolvidos para traduzir imagens didáticas comumente usadas em livros para figuras em alto-relevo (MARTINS, 2024). Esses recursos tornam a comunicação acessível para pessoas com deficiência visual.

Conforme abordado por Kallef (2016) a adoção de símbolos em alto relevo possui benefícios práticos e sociais, podendo aumentar a autonomia e a inclusão das pessoas com deficiência visual em diferentes contextos. Cabe destacar a importância de que esses símbolos sejam facilmente identificáveis ao toque e compreensíveis em seu significado, além de padronizados.

Miyauchi (2020) realiza uma revisão sistemática sobre a educação inclusiva de alunos com deficiência visual, destacando as percepções dos professores e os desafios enfrentados por esses alunos no acesso a disciplinas acadêmicas. A pesquisa revela que, embora a inclusão física de alunos com deficiência visual nas salas de aula seja crescente, existem barreiras sociais e acadêmicas que impedem uma experiência educacional plena. Entre os principais desafios estão o sentimento de despreparo dos professores e a exclusão de atividades acadêmicas e sociais. O estudo enfatiza a necessidade de estratégias pedagógicas eficazes, ferramentas de

ensino acessíveis e suporte externo para melhorar a acessibilidade educacional.

A principal dificuldade de incluir de fato estes alunos situa-se no fato de que muitas disciplinas são ainda abordadas através de uma perspectiva visual, que privilegia a utilização de equações matemáticas escritas em uma lousa na grafia convencional. A falta de informações visuais para alunos com baixa acuidade visual e sua relação com o aprendizado tem sido muito discutida na literatura (LIRA, SCHLINDWEIN, 2008).

Belay e Yihun (2020) identificam uma série de obstáculos, incluindo a falta de materiais didáticos adaptados que sejam específicos e preparados para cada disciplina, como livros em braille, e tecnologias assistivas.

Diante do exposto, podemos observar que estamos diante não de alunos com algum tipo de deficiência, mas sim de um sistema de ensino deficiente, que não tem sido efetivo em gerar a tão falada inclusão.

Isso nos mostra que é imperativo novas abordagens que utilizem outros recursos sensoriais, tais como objetos táteis e sonoros. Nesta perspectiva, Camargo et al. (2008) identificam em seu trabalho que o uso de maquetes e outros materiais acessíveis ao toque, podem ser utilizados de forma eficaz neste aprendizado.

Embora existam políticas de inclusão formalmente estabelecidas, a prática revela lacunas significativas. A formação inadequada de professores, a falta de recursos especializados e a infraestrutura inadequada são fatores que contribuem para a exclusão social e acadêmica desses alunos. O trabalho também discute a importância

de uma legislação que assegure a implementação de práticas inclusivas e a conscientização sobre a acessibilidade como elementos fundamentais para promover uma educação verdadeiramente inclusiva.

Esses estudos oferecem uma visão abrangente dos desafios enfrentados na educação inclusiva para alunos com deficiência visual, destacando a importância de recursos acessíveis, formação de professores e políticas de apoio para garantir uma educação de qualidade para todos, além de mostrar o longo caminho que ainda precisa ser percorrido para tornar o ensino de fato inclusivo.

O ano de 2024 marca os 200 anos do surgimento da escrita braille (HILTON, 1992), que possibilitou a introdução de estudantes com baixa acuidade visual na leitura e na escrita. O código braille, é um código de escrita que utiliza seis pontos em relevo dispostos em um espaço retangular com duas colunas com três linhas cada (cella braille). As combinações entre esses pontos resultam na formação de 63 símbolos distintos, que correspondem as letras e números usualmente utilizados.

Conforme apontado por Silva e Camargo (2017), para o ensino de ciências e matemática já existem no Brasil normas específicas para utilização de caracteres para essas disciplinas. Contudo, na área da Física não existe nenhum documento normatizador para a escrita braille.

Dada as dificuldades já comumente observadas pelos estudantes no tocante ao entendimento da disciplina de física, em virtude da falta de recursos conceituais e matemáticos, alinhados a falta de recursos educacionais dos professores, este aprendizado torna-se ainda mais

difícil quando os estudantes em questão apresentam algum tipo de comprometimento, como exemplo a baixa acuidade visual.

Neste contexto, este projeto foi desenvolvido tendo como meta produzir ferramentas educacionais voltadas para os estudantes com baixa acuidade visual, apresentando diferentes abordagens para o aprendizado desses alunos, com foco na compreensão dos conceitos fundamentais da física, em particular, das Leis de Newton e sua aplicação no plano inclinado. Para isso, propomos o uso da tecnologia de impressão 3D como uma ferramenta eficaz para tornar a educação mais acessível e inclusiva.

A meta principal é aumentar o alcance do aprendizado, permitindo que alunos com deficiência visual experimentem os conceitos físicos de maneira concreta e autônoma. Através da criação de modelos físicos e diagramas táteis, a ideia é proporcionar uma experiência educacional mais envolvente e significativa. E, além disso, promover a inclusão desses alunos em salas regulares de física, aumentando seu interesse e compreensão dos conceitos apresentados.

A elaboração desses dispositivos educacionais baseia-se na modelagem e impressão 3D, que permitem a criação de aparatos que exploram os experimentos práticos de maneira não visual, utilizando outros sentidos. A interação tátil e envolvente proporcionada por esses dispositivos tem o potencial de despertar o interesse dos alunos pela física e aprimorar sua compreensão dos conceitos, contribuindo para uma educação mais inclusiva e acessível a todos.

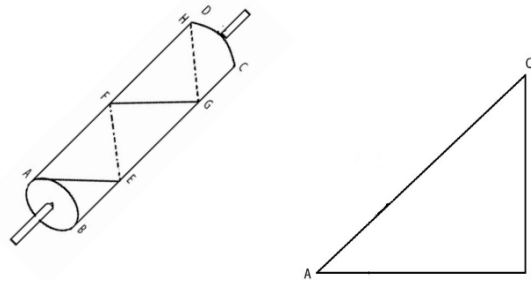
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os planos inclinados têm uma longa história que remonta às civilizações antigas, onde foram observados e utilizados de maneiras variadas e intuitivas. No entanto, foi na Grécia Antiga que os fundamentos científicos dos planos inclinados começaram a ser formalizados (MARTINS, 2021).

Entre os primeiros registros históricos, destacam-se as contribuições de Arquimedes, que no século III a.C. explorou os princípios da alavanca e aplicou suas descobertas para entender o funcionamento dos planos inclinados. Suas obras, como "Sobre o Equilíbrio dos Planos", proporcionaram as bases para o desenvolvimento da mecânica clássica e influenciaram significativamente o pensamento científico por séculos (ASSIS, 2008; ASSIS, MAGNANI, 2014; MAGNANI, ASSIS, 2019).

Conforme abordado por Pereira e Matos (2016), o experimento do parafuso de Arquimedes, onde temos um parafuso colocado dentro de um cilindro oco, que conduz água entre dois pontos de alturas diferentes, é uma máquina simples e pode ser entendido como um plano inclinado. Desta forma, um plano inclinado constitui-se em uma das máquinas simples propostas por Arquimedes. Na figura 1, podemos observar as similaridades entre estas duas propostas e entender os artifícios matemáticos que serviram como base para a resolução deste problema.

Figura 1. Representação do parafuso de Arquimedes e triângulo retângulo ABC



Fonte: Galileu Galilei (2008)

Diversas pesquisas apontam [LEGENDRE, 1997; ROSENBLATT, SAYRE, HECKLER, 2009] as dificuldades que os alunos apresentam na compreensão de conceitos básicos da física, como o conceito de força, aceleração, deslocamento e aceleração da gravidade. Tais conceitos são fundamentais para o aprendizado da mecânica clássica, e em última análise, para o estudo do movimento. Desta forma, o entendimento de outros problemas comumente abordados na disciplina é prejudicado, dentre eles, cita-se os problemas relacionados a plano inclinado.

Já no século XIV, Nicole Oresme aborda a questão do comportamento da velocidade de um corpo em queda livre, estabelecendo a ideia de que a velocidade aumenta linearmente com o tempo até o infinito. A partir da utilização de recursos gráficos, Oresme consegue estabelecer demonstrações, generalistas, que conduzem ao teorema a respeito das distâncias percorridas em intervalos de tempos iguais em um movimento uniformemente variado (PORTO, PORTO, 2021).

Conforme observado por Porto e Porto (2021), por muito tempo a ideia de que a velocidade em um movimento de queda livre dependeria linearmente da distância percorrida, até que a questão foi corrigida por Domingo Soto, no ano de 1555. O trabalho de Soto sobre dinâmica dos corpos é um claro reflexo daquele anteriormente desenvolvido por Oresme. Contudo, Soto foi o

primeiro a propor que um corpo caindo em queda livre sofre ação de uma aceleração constante (WALLACE, 1968).

Durante o Renascimento, os estudos de mecânica e física foram revividos e expandidos, com cientistas como Galileu Galilei e Johannes Kepler aprofundando a compreensão dos princípios físicos subjacentes aos planos inclinados. As contribuições destes cientistas ajudaram a estabelecer as leis fundamentais do movimento e a integrar os planos inclinados na estrutura conceitual da física (BALDOW, SILVA, 2014).

O experimento que selou a relação entre o tempo e a distância, apontado como o experimento que abriu a era do método científico, teria sido realizado por Galileu em 1604 (HAMMES, SHUHMACHER, 2011). Para explicar o movimento de queda dos corpos, Galileu propôs um experimento no qual temos uma esfera que rola por um plano inclinado. Com este experimento Galileu conseguiu mostrar que a queda dos corpos obedece ao movimento uniformemente variado e a relação entre a distância percorrida e o tempo de queda dos corpos, através da formulação da equação 1.

Em 1686 Isaac Newton lança o seu livro seminal *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (Princípios Matemáticos de Filosofia Natural), em que aborda uma série de regras que descrevem o movimento dos corpos (figura 2), conhecidas hoje como as Leis de Newton (SILVA, 2018).

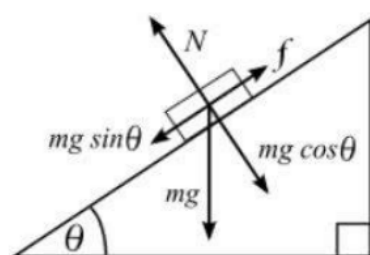
A ideia principal deste livro é propor uma descrição para o movimento dos corpos na ausência ou na existência de forças atuantes, e em última análise de forças resultantes. Desta abordagem, surge na ausência de resultantes de forças atuantes

sobre o corpo o conceito de inércia (1ª lei de Newton) e na sua existência o conceito de movimento acelerado (2ª lei de Newton).

Utilizando as equações propostas a partir destes pressupostos utilizados por Newton, diversos movimentos naturais puderam ser explicados.

Tempos depois, a lei da queda livre dos corpos, foi explicada por Newton utilizando a equação 1. Essencialmente, enquanto a equação 1 descreve a variação do espaço com o tempo, a equação 2 traz à tona a fonte do movimento, como sendo a relação de forças entre os corpos existente na natureza.

Figura 2. Decomposição de forças no plano inclinado



$$S = S_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (eq.1)$$

$$\begin{aligned} F_R &= ma \\ P \sin(\theta) - f_{at} &= ma \\ mg \sin(\theta) - f_{at} &= ma \\ a &= \frac{mg \sin(\theta) - f_{at}}{m} \end{aligned} \quad (eq.2)$$

Fonte: o autor (2024)

Ao longo dos séculos seguintes, os planos inclinados continuaram a desempenhar um papel central no desenvolvimento da física e da engenharia. Avanços na teoria dos planos inclinados levaram a aplicações práticas em diversas áreas, desde a construção de monumentos impressionantes até o projeto de máquinas e dispositivos que transformaram a sociedade industrial.

Além dos aspectos mencionados anteriormente, os planos inclinados também desempenham um papel significativo na análise de sistemas de polias e roldanas. Ao combinar planos inclinados

com polias, é possível criar sistemas de vantagem mecânica que facilitam o levantamento ou movimento de cargas pesadas. Este princípio é explorado em muitas aplicações práticas, desde máquinas simples utilizadas em tarefas domésticas até sistemas complexos empregados em construção e engenharia.

Além disso, os planos inclinados têm aplicações práticas em diversas indústrias, como a indústria automotiva, onde são usados em rampas de estacionamento e testes de inclinação de veículos, para simulações de condições práticas específicas. Eles também são fundamentais na construção civil, especialmente em projetos que envolvem a movimentação de terra e materiais em terrenos inclinados.

Assim, os planos inclinados são frequentemente explorados em experimentos de ensino de física, pois fornecem uma maneira tangível e visualmente compreensível de demonstrar princípios físicos abstratos. Ao realizar experimentos simples com planos inclinados, os alunos podem desenvolver uma compreensão intuitiva de conceitos como força, trabalho, energia e movimento, além de entender com maior riqueza de detalhes aspectos do seu cotidiano.

Ao considerar o ensino de física para indivíduos com deficiência visual, os planos inclinados emergem como uma ferramenta valiosa. No entanto, é necessário mais do que uma simples apresentação teórica; é essencial incorporar abordagens práticas e adaptativas para garantir uma compreensão significativa e envolvente. Isso pode incluir o desenvolvimento de modelos táteis que permitam aos alunos explorarem a inclinação e as propriedades dos planos inclinados por meio do tato.

3. METODOLOGIA

A metodologia de ensino apresentada utilizará como ferramenta um kit de peças fabricados por impressão 3D e questionários qualitativos, a serem respondidos pelos entrevistados.

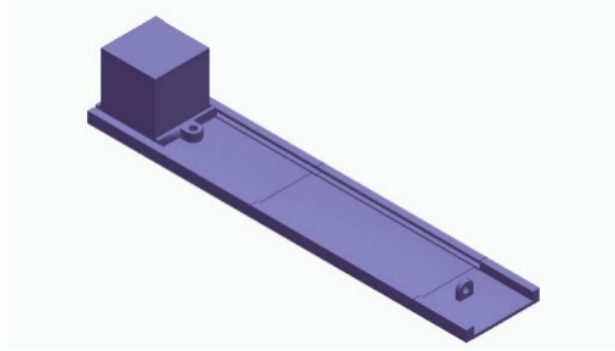
O sistema elaborado deverá auxiliar o aprendizado, permitindo a criação de modelos táteis que possibilitam a compreensão dos conceitos físicos de forma palpável e audível, essenciais para a compreensão do aluno.

Os modelos impressos em 3D são produzidos utilizando materiais que proporcionam diferentes texturas e formas, permitindo que os estudantes explorem as características físicas dos objetos. Essa abordagem não apenas viabiliza a compreensão de princípios abstratos, mas também possibilita a exploração tátil, estimulando a cognição espacial e promovendo uma aprendizagem mais envolvente.

Durante as aulas, os educadores deverão apresentar os modelos, incentivando os alunos a tocarem e explorarem ativamente cada peça. Essa abordagem prática, aliada à explanação verbal, busca consolidar os conceitos físicos de uma maneira que transcende a limitação visual. Além disso, estimula o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas, raciocínio lógico e pensamento crítico.

Visando a maior acessibilidade e praticidade o desenho do projeto foi concebido utilizando a ferramenta de modelagem em CAD, SketchUp for Web. A figura 3 mostra o projeto relativo as leis de Newton em CAD.

Figura 3. Desenho em CAD do sistema proposto.

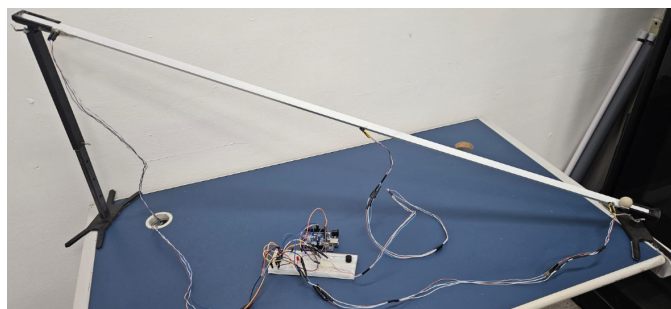


Fonte: o autor (2024)

Para execução do projeto foi utilizado Filamento de ABS (espessura de 1,75 mm), em uma impressora 3D de modelo Criality Ender 3, utilizando os seguintes parâmetros: temperatura do bico entre 230°C e 250°C, a temperatura da mesa aquecida entre 90°C e 110°C. A altura da camada pode variar de 0,1mm a 0,3mm, enquanto a velocidade de impressão utilizada estava entre 40 mm/s e 60 mm/s.

O kit proposto é composto de dois experimentos: um voltado para o aprendizado das leis de Newton (figura 3) e o outro para o problema do plano inclinado (figuras 4).

Figura 4. Plano inclinado utilizado no projeto



Fonte: o autor (2024)

3.1. As Leis de Newton

Este projeto possui um motor e um bloco, sendo este último uma caixa com o interior vazio, permitindo desta forma que objetos com

diferentes massas sejam postos em seu interior, de forma a alterar convenientemente a massa do bloco (M) e permitir diversas configurações.

Quando o motor entra em funcionamento, o mesmo exerce uma força de tração $\vec{F}$ sobre o fio que está puxando o bloco, imprimindo a este uma aceleração $\vec{a}$. Tal aceleração, por ser inversamente proporcional a massa do bloco, varia quando aumentamos a massa do mesmo. Isto permite que o estudante seja capaz de aplicar as leis de Newton em diferentes contextos.

3.1.1. 1ª Lei: Inércia

Para lei da inércia utilizaremos o sistema de cubo e trilhos. Em um primeiro momento o cubo deverá permanecer em repouso, e deve ser tocado pelo aluno para que se tenha uma contextualização da ausência do movimento. Já durante a segunda etapa do experimento, o motor deve ser acionado para que o cubo corra sobre o trilho, permanecendo em movimento constante, que deve ser percebido pelo aluno através do toque (ver figura 5). Importante salientar que as superfícies de contato entre o cubo e a base devem estar o mais uniforme possível, para que o atrito influencie minimamente no sistema e possamos considerá-lo “desprezível”. Ao fim do experimento, o aluno poderá compreender o conceito da inércia auxiliado pela explanação feita pelo educador.

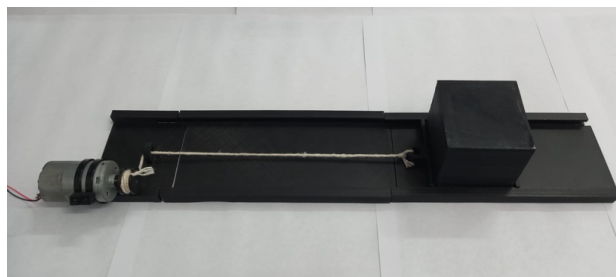
3.1.2. 2ª Lei: Princípio Fundamental da Dinâmica

A figura 5 mostra uma imagem do sistema em funcionamento. O objetivo aqui é demonstrar a 2ª lei de Newton, através da equação $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$, variando a massa do bloco em dois momentos para obtermos acelerações diferentes. A repetição da segunda etapa da

lei da inércia deve ser repetida nesse experimento, dessa vez focando na força de resistência que o cubo fará na mão do aluno.

Já na segunda etapa deste experimento uma massa que altere significativamente a percepção de "peso" deverá ser adicionada dentro do cubo, e, após isto, o motor deve ser acionado. Neste momento deverá ser observado tatilmente a maior dificuldade que o cubo terá para percorrer o trajeto anterior, decorrente do aumento da massa e conseqüentemente da força resultante necessária para deslocar o cubo, já que a aceleração se manterá constante graças ao sistema que integra o motor.

Figura 5. Projeto construído para estudo das leis de Newton



Fonte: o autor (2024)

3.1.3. 3ª Lei: Ação e Reação

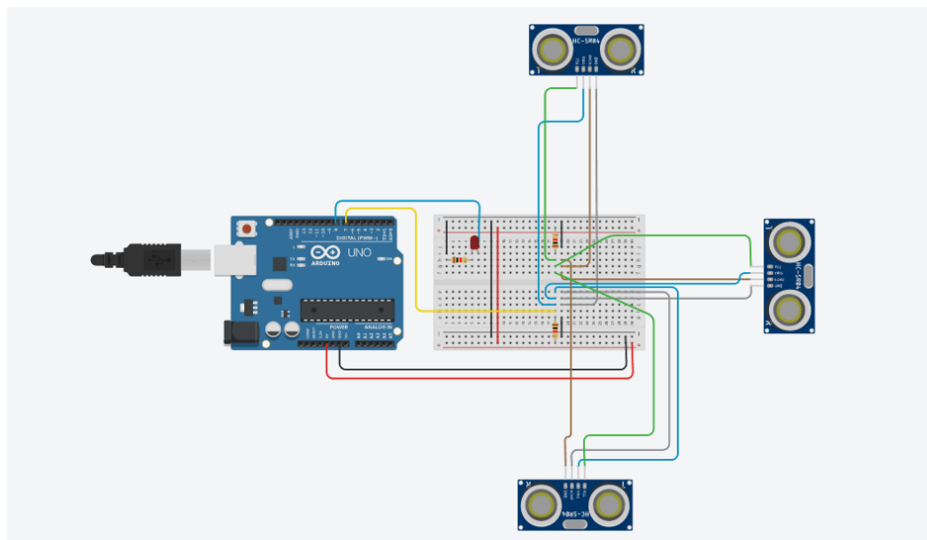
Para a lei da ação e reação o experimento poderá ser repetido usando o mesmo sistema, observando dessa vez o aspecto dessa lei. Primeiramente o motor deve ser acionado e, em seguida, o aluno deve botar a mão na lateral do bloco executando uma força contrária ao movimento dele, de modo com que faça o bloco parar e em seguida ser empurrado no sentido contrário, alterando assim o sentido do vetor força resultante. A partir dessa execução, o aluno deverá perceber que a ação de empurrar o bloco em sentido oposto causará a reação da alteração no vetor.

3.2. Plano Inclinado

O experimento montado é composto por um plano inclinado que contém três sensores de presença nas laterais e uma bolinha. O experimento permite verificar a relação entre tempo e deslocamento no movimento uniformemente acelerado. À medida que a bolinha percorre o plano inclinado, depois de ser solta na parte superior, esta passa pelos três sensores de presença, que estão conectados a um buzzer, que irá emitir um sinal sonoro. Como a distância entre os sensores é constante, o tempo de emissão do sinal sonoro ficará cada vez menor, tornando possível obter a relação entre espaço percorrido e tempo de deslocamento neste movimento.

A figura 6 mostra o projeto no tinkerCAD utilizado para realizar a comunicação entre os sensores de presença e o buzzer. A adição do buzzer traz o benefício do estudante com baixa acuidade visual contar com outro recurso facilitador para a percepção do movimento. Tal recurso tem sido muito utilizado com o intuito de tornar o ensino e os espaços mais acessíveis (PESSOA, RABELO, JIMENEZ, 2021; PANAZAN, DULF, 2024).

Figura 6. Projeto no tinkerCAD do circuito



Fonte: o autor (2024)

Como forma de verificar se o material fabricado é capaz de proporcionar melhorias no processo de aprendizagem, ele foi apresentado a 5 educadores que lecionam a disciplina de física e 3 indivíduos com baixa acuidade visual. Após a demonstração do funcionamento, foi aplicado um questionário, que teve por objetivo avaliar possíveis melhorias no projeto e verificar se o mesmo pode ser utilizado no ambiente escolar. Acrescenta-se que este trabalho foi avaliado pelo comitê de ética em pesquisa da instituição (81778324.8.0000.5282), em virtude de envolver indivíduos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A utilização do kit fabricado se mostrou viável e capaz de trazer benefícios significativos para a aprendizagem. Ao utilizar modelos táteis, o kit possibilita que os alunos compreendam conceitos físicos de maneira palpável, o que é essencial para uma aprendizagem mais efetiva. A metodologia não só facilita a compreensão de princípios abstratos, mas também estimula o envolvimento dos estudantes, promovendo uma exploração ativa e prática do conteúdo. Essa abordagem, que combina tecnologia e pedagogia, tem potencial para transformar o ambiente de aprendizagem, tornando-o mais dinâmico e acessível.

A possibilidade de interagir fisicamente com os modelos estimula o aprendizado de forma envolvente e consolidada, superando as limitações visuais tradicionais. A combinação dessa abordagem prática com a explicação verbal dos educadores é capaz de proporcionar uma experiência de aprendizagem mais completa, promovendo o desenvolvimento de habilidades como raciocínio lógico e pensamento crítico.

A interação dos professores e indivíduos com baixa acuidade visual com o kit facilitou a comunicação e a abordagem do conteúdo, possibilitando o claro entendimento das leis de Newton.

Além disso, observou-se que o experimento utilizado também é aplicável para estudantes sem necessidades especiais, possibilitando ações mais inclusivas e não apenas voltadas para um público específico. À despeito da grande dificuldade em se utilizar equações matemáticas no ensino de pessoas com baixa acuidade visual, a realização de experimentos permite o entendimento mais claro do conteúdo abordado.

Durante as atividades práticas, os alunos puderam realizar experimentos para investigar como a gravidade afeta o movimento de objetos ao longo do plano inclinado. Cabe destacar que discussões guiadas e descrições detalhadas são cruciais para garantir que todos os alunos, incluindo aqueles com deficiência visual, possam participar ativamente e compreender os conceitos abordados.

Foi observado que o uso do plano inclinado no ensino de física para pessoas com deficiência visual oferece uma oportunidade única para promover a inclusão e a participação de todos os alunos. Com

adaptações adequadas e o uso de tecnologia assistiva, é possível criar uma experiência de aprendizado significativa e envolvente, capacitando os alunos a explorarem e compreender os princípios da física de forma acessível.

A utilização do plano possibilitou o entendimento da relação entre tempo e deslocamento no movimento acelerado, permitindo que o aluno conseguisse entender sem grande matematização, esta relação. Isso foi observado para os conceitos que envolvem as leis de Newton, tais como, massa, aceleração e força, que foram abordados de forma mais intuitiva, possibilitando o uso de uma metodologia além do simples equacionamento.

Miranda Filho et al. (2023) comenta que algumas das dificuldades no aprendizado das Leis de Newton observadas nos alunos podem estar relacionadas à excessiva abstração dos conceitos, à falta de conexão com o mundo real e à linguagem técnica utilizada pelos professores. Outro ponto discutido é que muitos alunos não possuem uma base sólida em matemática e física, o que dificulta a compreensão das fórmulas e dos cálculos envolvidos. Tais dificuldades são encontradas tanto no ensino médio (QUEIROZ, 2018) quanto no ensino superior, incluindo os estudantes de graduação em licenciatura em física (ERFAN, RATU, 2018).

Conforme abordado por Araújo e Abib (ARAÚJO, ABIB, 2003), a utilização de atividades experimentais tem sido apontada por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar física de modo significativo e consistente.

Desta forma, experimentos como os propostos deste trabalho possuem grande potencial para melhorar a aprendizagem destes alunos, além de favorecer a acessibilidade de alunos com baixa acuidade visual nas aulas de física.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É cada vez mais evidente a importância de adotar métodos pedagógicos inclusivos e inovadores, para garantir que alunos com deficiência visual tenham acesso equitativo à educação. Ao criar modelos táteis e exploratórios, é possível superar as barreiras impostas pela limitação visual, proporcionando uma compreensão mais profunda de conceitos abstratos, especialmente em disciplinas como a física.

A implementação dessas práticas não só enriquece a experiência educacional, mas também promove a inclusão e a autonomia dos estudantes, reafirmando o compromisso com uma educação que atenda a todos, independentemente de suas limitações.

A elaboração do kit proposto mostrou-se eficiente e capaz de facilitar o ensino das leis de Newton e do plano inclinado para indivíduos de baixa acuidade visual. Além disso, o kit fabricado constitui-se em um material de baixo custo, que pode ser facilmente reproduzido nas escolas da educação básica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, 2003.

ASSIS, A. K. T. **O centro de gravidade e a lei das alavancas.** Montreal: Apeiron, 2008.

ASSIS, A. K. T.; MAGNANI, C. P. **O método ilustrado de Arquimedes: utilizando a lei da alavanca para calcular áreas, volumes e centros de gravidade.** Montreal: Apeiron, 2014.

BALDOW, R.; SILVA, A. P. T. B. Galileu, Kepler e suas descobertas: análise de uma peça teatral vivenciada com estudantes do ensino fundamental e médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 9, n. 2, 2014.

BELAY, M. A.; YIHUN, S. G. Inclusive education for students with visual impairment in Ethiopia: challenges and opportunities. **Education Research International**, v. 4, p. 112, 2020.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 13 maio 2024.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 dez. 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm. Acesso em: 13 maio 2024.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R.; VERASZTO, E. V. A comunicação como barreira à inclusão de alunos com deficiência visual em aulas de óptica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 3, 2008.

ERFAN, M.; RATU, T. Analysis of student difficulties in understanding the concept of Newton's law of motion. **Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika**, v. 3, n. 1, 2018.

FILHO, A. M. M. et al. Ensino de física para estudantes com deficiência visual: revisão sistemática da literatura. **Revista Científica Multidisciplinar**, v. 4, n. 9, 2023.

HAMMES, O.; SHUHMACHER, E. O plano inclinado: uma atividade de modelização matemática. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 6, n. 2, 2011.

HILTON, R. Imprensa Braille. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v. 55, n. 4, 1992.

KALEFF, A. M. M. R.; ROSA, F. M. C.; DORNAS, R. F. A Educação Matemática via Ambiente Virtual e a Educação Inclusiva: ações de um Laboratório de Ensino de Geometria. **Boletim GEPEM**, n. 69, p. 43, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.4322/gepem.2017.005>.

LEGENDRE, M. F. Task analysis and validation for a qualitative, exploratory curriculum in force and motion. **International Science**, v. 25, n. 4, p. 249-265, 1997. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/23371350>. Acesso em: 13 maio 2025.

LIRA, M. C. F.; SCHLINDWEIN, L. M. A pessoa cega e a inclusão: um olhar a partir da psicologia histórico-cultural. **Caderno Cedes**, v. 28, n. 75, p. 171-189, 2008.

MAGNANI, C. P.; ASSIS, A. K. T. **O método de Arquimedes: análise e tradução comentada**. Montreal: Apeiron, 2019.

MARTINS, A. O. **Padrão de Símbolos em Alto-Relevo**. 2024. Disponível em: https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/705527/2/EduCAPES-Padiao_de_Simbolos_em_Alto-Relevo.pdf. Acesso em: 13 maio 2025.

MARTINS, R. A. **Ensaio sobre História e Filosofia das Ciências I**. Extrema: Quamcumque Editum, 2021.

MIYAUCHI, H. A systematic review on inclusive education of students with visual impairment. **Education Sciences**, v. 10, n. 11, p. 346, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-7102/10/11/346>. Acesso em: 14 jun. 2024.

PANAZAN, C. E.; DULF, E. H. Intelligent Cane for Assisting the Visually Impaired. **Technologies**, v. 12, n. 6, p. 75, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/technologies12060075>.

PEREIRA, E.; MATOS, F. C. Parafuso de Arquimedes e as relações trigonométricas do triângulo retângulo com o uso do “kit atto de educação científica e tecnológica”. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12., 2016, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: SBEM, 2016.

PESSOA, E. B.; RABELO, J. A. A.; JIMENEZ, L. F. S. Protótipo: Bracelete Detector de Obstáculos para Deficientes Visuais. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 22872-22889, 2021.

PORTO, M. B. D. S. M.; PORTO, C. M. Alguns antecedentes medievais da cinemática moderna. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0061>.

QUEIROZ, L. A. **As dificuldades de aprendizagem das leis de Newton no 3º ano do ensino médio**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

ROSENBLATT, R.; SAYRE, E. C.; HECKLER, A. F. Modeling students' conceptual understanding of force, velocity, and acceleration. In: AIP CONFERENCE PROCEEDINGS, 2009, Ann Arbor. **Anais** [...]. Ann Arbor: AIP, 2009. v. 1179, p. 229-232.

SILVA, M. A.; SEGADAS-VIANNA, C. Ensino de Cálculo a Alunos com Deficiência Visual: a Importância do Professor e do Uso de Recursos de Tecnologia Assistiva. **Perspectivas da Educação em Matemática**, v. 15, n. 38, 2022.

SILVA, M. R.; CAMARGO, E. P. O uso do braille por alunos cegos: dificuldades e outras implicações para o processo de ensino e aprendizagem de Física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: ABRAPEC, 2017.

SILVA, S. L. L. A primeira Lei de Newton: uma abordagem didática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 3, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2018-0015>.

WALLACE, W. A. The Enigma of Domingo de Soto: Uniformiter difformis and Falling Bodies in Late Medieval Physics. **Isis**, v. 59, n. 4, p. 384-401, 1968.

¹ Docente do Curso Superior de Ciência da Computação da Faculdade de Ciências Exatas e Engenharias – Universidade do

Estado do Rio de Janeiro (UERJ). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² Docente do Curso Superior de Engenharia Metalúrgica da Faculdade de Ciências Exatas e Engenharias – Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

³ Docente do Curso Superior de Tecnologia em Construção Naval da Faculdade de Ciências Exatas e Engenharias – Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)