

## **A Inclusão no Ensino da Física: Uma forma didática para o sucesso do aluno com deficiência visual**

*Inclusion in Physics Teaching: A didactic manner for the success of the visually impaired student*

*Inclusión en la enseñanza de la física: una vía didáctica para el éxito del alumno con discapacidad visual*

**Pedro Arly de Abreu Paula** (pedro.arly@hotmail.com)  
Secretária da Educação do Estado do Ceará-SEDUC/CE

**Gilberto Dantas Saraiva** (gilberto.saraiva@uece.br)  
Faculdade de Ciências, Educação e Letras do Sertão Central – FECLESC  
Universidade Estadual do Ceará-UECE

**Antônio Joel Ramiro de Castro** (joelcastro@ufc.br)  
Universidade Federal do Ceará – UFC/ Campus Quixadá

**Maria Sônia Silva de Oliveira Veloso** (soniaufr@gmail.com)  
Universidade Federal de Roraima - UFRR

**Resumo:** A pesquisa tem como objetivo apresentar práticas pedagógicas para inclusão no ensino de física na educação básica. Desta forma, possibilita reflexões para o desenvolvimento da inclusão do aluno com deficiência visual. A pesquisa foi realizada com base no levantamento dos estudos vivenciados na escola por um professor de física, onde foram selecionadas duas turmas da escola de ensino médio da cidade de Pacoti, Ceará. A primeira turma foi da 2ª série, tendo um aluno com deficiência visual e a segunda da 3ª série. Algumas práticas foram realizadas apenas com o deficiente visual. Utilizando-se de uma metodologia de pesquisa-ação, qualitativa, exploratória, para a construção e análise dos dispositivos que foram aplicados aos alunos. Com os resultados obtidos por meio dos questionários e avaliações, verificou-se que os objetivos destacados para cada assunto da física estudado, foram alcançados. Vale ressaltar que, os alunos (deficiente visual e videntes) descreveram que essa metodologia torna as aulas mais interessantes e fáceis de entender. Com base nos materiais que foram desenvolvidos e aplicados aos estudantes desenvolveu-se um manual com as práticas aplicadas. Por fim, considera-se que as práticas pedagógicas devem ser sempre analisadas e modificadas conforme as necessidades, para que o processo de ensino-aprendizagem e desenvolvimento do estudante com deficiência visual tenha sucesso.

**Palavras-chave:** Inclusão; Deficiência Visual; Ensino de Física; Aprendizagem Significativa.

**Abstract:** The research aims to present pedagogical practices for inclusion in the teaching of physics in basic education. In this way, it allows reflections for the development of the inclusion of students with visual impairments. The research was

*Recebido em: 23/03/2021*

*Aceite em: 20/08/2021*

carried out based on surveys of studies experienced at school by a physics teacher, where two classes from the high school in the city of Pacoti, Ceará, were selected. The first class was from the 2nd grade, with a visually impaired student and the second from the 3rd grade. Some practices were carried out only with the visually impaired. An action-research, qualitative and exploratory methodology was applied and for the construction and analysis of devices with the students. With the results obtained through the questionnaires and assessments, it was found that the objectives highlighted for each subject of physics studied were achieved, it is noteworthy that the students (visually impaired and sighted) described that this methodology makes the classes more interesting and easier to understand. Based on the materials that were developed and applied to students, the manual with the applied practices was developed. Finally, it is considered that pedagogical practices must always be analyzed and modified as needed, so that the teaching-learning and development process of students with visual impairments is successful.

**Keywords:** Inclusion; Visual Impairment; Physics Teaching; Meaningful Learning.

**Resumen:** La investigación tiene como objetivo presentar prácticas pedagógicas metodológicas para su inclusión en la enseñanza de la física de la educación básica. Habilitar reflexiones para el desarrollo de la inclusión del alumno con discapacidad visual. A partir de encuestas de los estudios vividos en la escuela por un profesor de física, se seleccionaron dos clases del bachillerato Pacoti-CE: una de 2º grado, con un alumno con discapacidad visual y otra de 3º grado. Algunas prácticas se realizaron solo con personas con discapacidad visual. Utilizando una metodología de investigación-exploración cualitativa para la construcción y análisis de los dispositivos que se aplicaron a los estudiantes. Con los resultados obtenidos a través de los cuestionarios y evaluaciones, se encontró que se lograron los objetivos resaltados para cada asignatura de física estudiada, cabe mencionar que los estudiantes (deficientes visuales y psíquicos) describieron que esta metodología hace que las clases sean más interesantes y más fácil de entender. A partir de los materiales que se desarrollaron y aplicaron a los estudiantes, permitió la creación de un manual con las ideas formadas. Finalmente, se considera que las prácticas pedagógicas siempre deben ser analizadas y modificadas según las necesidades, para que el proceso de enseñanza-aprendizaje y desarrollo de los estudiantes con discapacidad visual sea exitoso.

**Palabras-clave:** Inclusión; Discapacidad Visual; Enseñanza de la Física; Aprendizaje significativo.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 Motivação

Recebido em: 23/03/2021

Aceite em: 20/08/2021

Durante um estágio de matemática na escola de Ensino Fundamental, localizada na cidade de Pacoti - Ceará, deparamos com uma turma que tinha um aluno deficiente visual (DV). De imediato, foi percebido o interesse do aluno em querer participar das aulas e entender a explicação do professor, apesar das dificuldades de assimilação impostas pela cegueira. Por essa razão, sentimos a necessidade de buscar recursos que pudessem ser utilizados no dia da ministração da aula, cujo assunto era sólidos geométricos. Todavia, encontramos materiais somente para figuras planas. Mesmo assim, utilizamo-las para explicar as relações dos elementos nos sólidos. Com isso, notamos que o aluno compreendeu melhor o conteúdo através das sensações táteis.

Sabendo que o estudante com deficiência visual iria estudar em 2018 na mesma escola, verificamos que boa parte dos métodos utilizados nas salas de aula são voltados principalmente para práticas visuais (leitura do livro, exposição em slides, escrita no quadro, etc). Portanto, iniciamos um projeto pedagógico de elaboração de materiais de Física, adaptados para deficientes visuais, junto com os alunos do 1º ano “A” da escola de ensino médio de Pacoti no ano de 2017. O projeto tinha como intuito confeccionar dispositivos que facilitassem a compreensão do aluno nas aulas da disciplina de Física, através da utilização de materiais ou experimentos que proporcionassem sensações táteis.

Após o processo de construção dos mecanismos pedagógicos, foi proposto aos alunos que fizessem um convite para que o aluno deficiente visual, na época matriculado no 9º ano, viesse até a escola para analisar os equipamentos construídos. Para esse momento, foi realizada uma explanação de alguns assuntos utilizando as ferramentas pedagógicas construídas. O aluno convidado gostou bastante dos instrumentos didáticos, como também conseguiu compreender os conceitos inerentes a essas propostas.

Diante da evolução da pesquisa, foi possível aprofundá-la com aperfeiçoamento e orientações para um programa que culminou a uma pesquisa de mestrado. Sendo assim, explanamos uma parte da pesquisa, determinando alguns pontos essenciais que determinaram para construção de possibilidades sobre o estudo de inclusão no destaque de um manual sobre a construção dos materiais e as práticas experimentais voltadas para deficientes visuais, como uma forma para que outros professores possam adotar essas práticas em suas aulas.

*Recebido em: 23/03/2021*

*Aceite em: 20/08/2021*

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Educação nos Caminhos da Inclusão

Com um olhar nesse assunto é possível destacar que a inclusão vem sendo bastante discutido pelos docentes, tendo em vista as diversas formas que esses profissionais almejam para que se tenha uma educação de excelência para todos os alunos. Nessa perspectiva, os autores Dellani e Deisy (2012, p. 3) destacam a relevância de uma educação para todos:

Ao tratarmos de inclusão de crianças com necessidades especiais, somos enviados ao campo da educação, pois ele está presente no dia a dia, defendida como para todos, sem nenhum tipo de distinção, traçando diretrizes para que o processo inclusivo seja deflagrado. Contudo, percebe-se que dez anos após a implantação da Declaração de Salamanca, sobre princípios, políticas e práticas em Educação Especial, ainda caminhamos a passos lentos, pois se faz necessário derrubar muitos paradigmas, no intuito de preparar a sociedade para receber e aceitar a diversidade biopsicossocial, com determinações e orientações claras (DELLANI E DEISY ,2012, p. 3).

Com relação à análise da inclusão social, percebe-se que deve ser realizada uma reflexão ampla no aspecto pedagógico, tendo em vista que não só os alunos deficientes devem ser incluídos no processo de ensino-aprendizagem, mas também que ocorra uma análise pedagógica nos discentes que não têm deficiência (BRANDL *et al.*, 2021; COSTA; MEDEIROS, 2020; SMOLSKI *et al.*, 2020).

A autora Anjos (2017) descreve que para que se tenha uma relação entre a educação regular e a educação especial é necessário que a escola tenha uma sala de recurso com uma pessoa técnica com o objetivo de complementar as atividades desenvolvidas na sala regular. Nesse contexto, o trabalho de Costa e Medeiros (2020) indica que as propostas didáticas devem se preocupar com os diferentes sujeitos envolvidos, com seus modos de aprender e, também, com os significados gerados pela prática proposta. Isso irá fortalecer, dentre outras ações, o trabalho de evitar que o aluno seja desestimulado e que haja a evasão.

### 2.2 Multissensorialidade como ferramenta de aprendizagem na educação inclusiva

A proposta da “didática multissensorial” que é descrita por Soler (1999) apud Camargo (2016, p. 30), como também pelo Darim, et. al. (2021) é também um tema a ser discutidos pelos docentes, tendo em vista que essa ferramenta traz uma reflexão com relação a metodologias que trabalham somente com elementos ligados ao sentido da

Recebido em: 23/03/2021

Aceite em: 20/08/2021

visão. Essa reflexão é importante para fortalecimento de propostas voltadas para inclusão, tendo em vista, principalmente, o discente que tem uma deficiência visual. Nesse sentido, os professores devem ir em busca de diversas formas que possam auxiliá-los para que todos da sala, inclusive os especiais possam construir o conhecimento.

Na Física existe uma grande tendência de se ministrar aulas trabalhando somente com a percepção da visão, em detrimento dos outros sentidos que também podem ser bastantes úteis no processo de ensino aprendizagem para todos os alunos, não somente os discentes que têm deficiências em algum sentido. Conforme afirma Camargo (2016, p. 31):

O tato, a audição, o paladar e o olfato podem atuar como canais de entrada de informações importantes. Nessa perspectiva, a observação deixa de ser um elemento estritamente visual. Observar requer a captação do maior número de informações por meio de todos os sentidos que um indivíduo possa pôr em funcionamento. Por exemplo, na observação de um ambiente em uma aula de campo, é muito mais significativo se aluno, além de observar visualmente o ambiente, descrever seu cheiro, sua sensação térmica, textura de seus comportamentos, entre outras características.

O trabalho realizado com Multissensorialidade pode ser fortalecido quando refletida através da óptica da aprendizagem significativa. Essa perspectiva pode ajudar em metodologias trabalhadas para todos os discentes em sala de aula.

A aprendizagem significativa será bastante importante para ser discutida pelos docentes no processo de ensino-aprendizagem, pois segundo o Ausubel (1980), esse conceito descreve que a aprendizagem é um processo que interliga o novo conhecimento com aqueles que outrora foram adquiridos.

Faz-se necessário que se trabalhe com alunos deficientes visuais através de diversas metodologias que sejam estimuladas a partir de todos os outros sentidos (Torres, 2016). Essas formas didáticas devem ser construídas tendo em vista a necessidade dos conteúdos abordados. Um exemplo seria o desenvolvimento de equipamentos que descrevessem algum fenômeno através de meios sonoros, como também por meio de maquetes que possam ser facilmente identificadas quando são tocadas pelas mãos, conseqüentemente, levando o aluno a entender os assuntos ali abordados.

Outro fator bastante relevante nesse processo didático é a necessidade de elaborar algum parâmetro para o entendimento da maquete, pois isso influenciará na

*Recebido em: 23/03/2021*

*Aceite em: 20/08/2021*

independência do entendimento por parte do aluno, o que é muito importante no processo de ensino aprendizagem de Física para cegos, já que o próprio aluno deficiente poderá facilmente relatar um determinado processo físico para outro colega da turma. Dessa forma, após a construção do mecanismo, o professor deverá descrever elementos que possam servir de parâmetro nas maquetes ou nos aparelhos sonoros, o que, conseqüentemente, facilita o entendimento dos conteúdos envolvidos.

Contudo, o docente poderá fortalecer a utilização da multissensoriedade, tendo em vista que ela descreve meios pedagógicos que são estimulados através de quase todos os sentidos e não somente o tátil.

### 3. APLICAÇÕES METODOLÓGICAS

A metodologia foi conduzida com base de uma pesquisa-ação, qualitativa, exploratória, na qual há uma relação objetiva entre o pesquisador, o ambiente de aprendizagem e o contexto que está sendo analisado (PRODANOV E FREITAS, 2013). Com relação à pesquisa-ação, ao transcorrer do processo de ensino, é necessário que estejam sempre ocorrendo reflexões entre a prática e a investigação.

Os passos que decorreram essa pesquisa seguiram cinco processos de ensino, visando o fortalecimento da utilização de maquetes na aprendizagem dos conteúdos de eletricidade. Tal atividade aconteceu por meio do reconhecimento de um problema, depois, planejou-se a solução, fez-se sua aplicação, monitorou e avaliou sua eficácia.

Durante a verificação da necessidade, foi possível registrar a criação de um manual com as orientações para construção e ministração das atividades. Entretanto, apresentaremos os passos metodológicos que foram utilizados para o desenvolvimento de uma aula para um assunto específico de Física para aluno cego, como também, os passos que foram utilizados para a construção com uso de alguns materiais pedagógicos e a sua aplicação. A Quadro 1, descreve os passos que deverão serem seguidos pelo professor.

Quadro 1 – Apresentação dos passos para a realização das atividades

<b>Delineamento das atividades</b>	
<b>Passos</b>	<b>Ações realizadas</b>
Primeiro	Verificação dos conteúdos que foram discutidos.

Recebido em: 23/03/2021

Aceite em: 20/08/2021

Segundo	Construção das maquetes.
Terceiro	Elaboração de uma avaliação diagnóstica.
Quarto	Análise do local onde serão desenvolvidas as atividades: sala de aula; laboratório de ciências.
Quinto	Elaboração de uma avaliação da aprendizagem.

Fonte: Os autores (2020)

### 3.1 O uso dos materiais pedagógicos para o desenvolvimento das atividades

Para o desenvolvimento das atividades, foram construídos instrumentos pedagógicos que facilitassem a compreensão do conhecimento de Física relacionados com o estudo da eletricidade, sendo este o tema que foi abordado durante a realização das atividades, por meio da sensação tátil. Elaboraram-se alguns dispositivos através de canos PVC, EVA, botão e outros materiais. Com esses dispositivos, basicamente, foi possível trabalhar com quatro assuntos estudados na Física, sendo eles:

- a. Movimento de portadores de cargas submetidos a uma diferença de potencial;
- b. Associação de resistores em série, paralelo, misto; cálculo do valor da resistência de um resistor; efeito Hall.
- c. Outros assuntos paralelos também foram possíveis serem discutidos, como as linhas de força de cargas e relação de grandezas vetoriais.

Entretanto, como já mencionado anteriormente, os resultados apresentados a seguir é somente uma parte de um resultado maior. Os procedimentos realizados na elaboração desses materiais foram discutidos por meio de um manual que foi chamado de produto educacional. Esse manual poderá ser trabalhado na sala de aula ou no laboratório de ciências. Para o acesso ao manual, poderá clicar no link disponibilizado a seguir:

[https://drive.google.com/file/d/1-RUUr949CMhG\\_cAOWz0mEIZkrXeBMEj1/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1-RUUr949CMhG_cAOWz0mEIZkrXeBMEj1/view?usp=sharing).

Antes de desenvolver as maquetes na turma, inicialmente, aplicou-se uma avaliação diagnóstica com intuito identificar o conjunto de conhecimento que o aluno traz consigo. Após a construção dessas estruturas cognitivas, trabalha-se com a aquisição de um objeto pedagógico que possa interligar essas estruturas com os

Recebido em: 23/03/2021

Aceite em: 20/08/2021

conteúdos de eletricidade. As próprias maquetes têm um viés de ancoragem com base nos conceitos de Ausubel (1980), como também a construção de um texto.

Com relação à elaboração ou aquisição do texto, utiliza-se um aplicativo denominado de “balabolka” que transforma textos escritos em áudios, facilitando o trabalho com os alunos cegos que poderão ficar com esses áudios, com isso, podendo o professor trabalhar com atividades extraclasse. Após a utilização do produto educacional, aplicou-se uma avaliação para verificar a aprendizagem dos discentes. A Quadro 2, descreve a ação de cada semana desenvolvida.

Quadro 2 - Calendário de aplicação da maquete de corrente elétrica na 2ª Série

Semana	Ação pedagógica
1ª	Explicação sobre a pesquisa e avaliação diagnóstica
2ª	Aplicação da maquete de movimento de cargas
3ª	Verificação da aprendizagem

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

### 3.1.1 Movimento de cargas

Os dois dispositivos das Figuras 01 e 02 a seguir descrevem o movimento dos elétrons numa situação hipotética de um fio metálico. A Figura 01 representa movimento dos portadores de cargas sem a diferença de potencial, com isso percebe-se um movimento tipo browniano como pode ser analisado pelo aluno cego através das setas que indicam o sentido do movimento. Os elétrons estão sendo representados pelos botões que nas imagens podem ser identificados pela cor roxa. As setas foram confeccionadas com EVA que, assim como os botões, têm o formato em relevo para que se consiga uma percepção feita pelo aluno cego através do tato.

Na Figura 02, tem-se a representação da diferença de potencial atuando no fio hipotético. Dessa forma, surge uma corrente e o movimento dos portadores de cargas tem o sentido para o potencial maior. Para que o aluno consiga identificar essa diferença de potencial, foram inseridas duas barras (uma maior e outra menor) com os canos. Através do tato, esse aluno com deficiência visual poderá verificar o sentido do movimento dos portadores de cargas, assim como os outros alunos videntes.

Recebido em: 23/03/2021

Aceite em: 20/08/2021



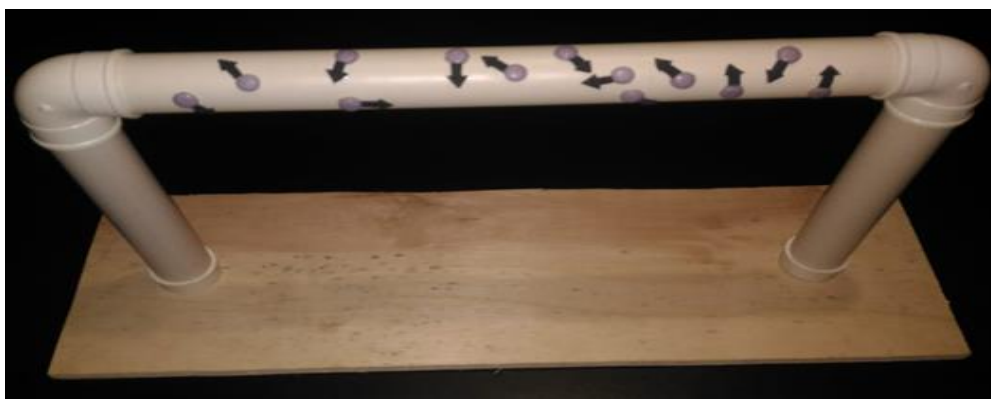


Figura 1- Representação tátil do movimento browniano dos elétrons

Fonte: Elaborado pelos autores (2020).



Figura 2- Representação tátil do movimento dos elétrons ligado a uma fonte elétrica

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

### 3.1.2 Cálculo da resistência de um resistor

Para determinar o valor da resistência de um resistor, utiliza-se a referência da Figura 03 que descreve a posição das faixas de cores junto com os valores abordados de cada cor. Primeiramente, deve-se ocorrer uma revisão de cálculos básicos para que sejam identificados os valores das faixas que irão definir a resistência. Como pode ser verificado, para cada cor existe um formato que está previamente definido por um número descrito. Esse formato (cores) em relevo construído por EVA vai ajudar o aluno deficiente visual a assimilar as representações associadas às cores. Os referidos dispositivos estão representados na Figura 03.

O sentido da leitura do resistor acontece da esquerda para direita, para que o aluno cego possa seguir esse parâmetro, construíram-se três faixas de cores (formatos

Recebido em: 23/03/2021

Aceite em: 20/08/2021

em relevo) bem próximas de uma extremidade, facilitando, dessa forma, uma independência na verificação dos valores de resistência feita pelo deficiente visual.



Figura 3- Representação tátil das faixas de um resistor

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

### 3.1.3 Associação de resistores

A associação de resistores em série pode ser descrita pela Figura 4, em que são verificados os resistores dispostos numa mesma corrente. A Figura 5 descreve a associação em paralelo, nela pode-se ter valores diferentes de corrente referente a cada valor de resistência identificado. Com relação à Figura 6, tem-se uma representação de uma associação mista que para calcular a resistência equivalente primeiro é calculado a parte em paralelo, depois utiliza-se esse resultado em série com o outro resistor, com isso, identifica-se a resistência da associação. Os valores de cada resistor serão calculados pelos métodos descritos na seção 3.1.2. Os resistores das Figuras 4, 5 e 6 podem ser trocados facilmente por outros com valores diferentes. Com relação ao cálculo da resistência equivalente, faz-se necessária a utilização de operações matemáticas, principalmente, nas associações em paralelo e mista.



Figura 4- Representação tátil da associação em série de resistores

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).

Recebido em: 23/03/2021

Aceite em: 20/08/2021



Figura 5- Representação tátil da associação em paralelo de resistores

Fonte: Elaborada pelo autor (2020).



Figura 61- Representação tátil da associação mista de resistores

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

### 3.1.4 Efeito Hall

Para o desenvolvimento de uma representação que pudesse retratar o efeito Hall, foi elaborada uma maquete plana onde algumas formas em relevo pudessem descrever alguns fenômenos ocorridos nesse assunto, como pode ser representada na figura 7. Além dessa maquete, outras vão ajudar na compreensão do efeito Hall. Dentre elas, tem-se duas representações que podem ser visualizadas nas Figuras 7 (a) e 7 (b). Estas duas maquetes, foram trabalhadas antes do estudo do efeito Hall, pois identificam um assunto expresso desse experimento. Verificam-se, nessas duas imagens (7 (a) e (b)), as linhas de força de um campo elétrico. Na Figura 7 (a), tem-se a identificação de um campo divergente enquanto na Figura 7 (b) é representado um campo convergente.

Recebido em: 23/03/2021

Aceite em: 20/08/2021

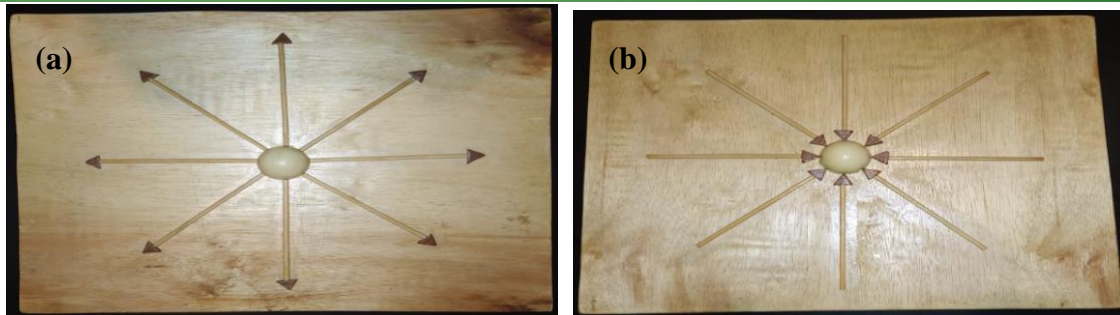


Figura 7- (a) Representação tátil de um campo elétrico divergente. (b) Representação tátil de um campo elétrico convergente

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

A Figura 8 é uma maquete que descreve a relação de três vetores ortogonais. Esse experimento vai facilitar o entendimento no efeito Hall da relação do campo magnético, velocidade dos portadores de carga e força magnética, além de outras análises de grandezas vetoriais. O estudo dessa maquete é feito antes do trabalho de análise do efeito Hall.



Figura 8- Representação tátil de vetores ortogonais

Fonte: Elaborada pelo autor.

O efeito Hall está representado na figura 9, que mostra um condutor percorrido por uma corrente elétrica que está submetido a um campo magnético externo. Os círculos claros identificam o movimento dos elétrons que têm uma tendência de ir para a parte inferior, enquanto os escuros representam os prótons que se concentram na região superior. Com isso, tem-se a formação do Campo elétrico de Hall mostrado pelas setas. Na extremidade à direita, tem-se a representação do equilíbrio das forças magnéticas e elétricas.

Recebido em: 23/03/2021

Aceite em: 20/08/2021

A Figura 10 demonstra um dos momentos em que foi realizada uma das práticas descritas no trabalho em apreço, sendo que nesse dia foi desenvolvida essa atividade somente com o aluno DV no laboratório de ciências.



Figura 9- Representação tátil do efeito Hall

Fonte: Elaborada pelo autor.



Figura 10- Práticas com o aluno DV

Fonte: Elaborada pelo autor.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

- **Prática sobre o movimento de elétrons livres sem a diferença de potencial e com diferença de potencial**

O assunto referente à maquete de corrente elétrica foi trabalhado na 2ª série “A” do turno matutino. Essa turma é composta por 42 discentes, dentre eles, tem-se o aluno DV. Uma semana antes da realização do trabalho com as maquetes, houve uma discussão sobre o desenvolvimento dela. Foi aplicada uma avaliação diagnóstica, nesse dia só estavam presentes 34 alunos. Um dos alunos videntes estava ajudando o aluno DV na leitura das avaliações, pois essas não estavam escritas em braile.

Embora esse assunto fosse discutido preferencialmente na terceira série do ensino médio, essa turma foi escolhida por ser a sala que o DV frequenta. Essa maquete foi apresentada para todos os alunos da referida turma fazendo uma abordagem dos

Recebido em: 23/03/2021

Aceite em: 20/08/2021

conceitos nela envolvidos. Em relação ao aluno DV, foi aproximada a maquete a ele para que tocasse nas representações envolvidas enquanto as explicações eram realizadas. Depois disso, o próprio aluno fez uma análise tátil das maquetes, como também verbalizava os assuntos abordados nela. Enquanto isso ocorria, os alunos videntes ficavam atentos às explicações feitas por ele.

Na aplicação desse trabalho, verificou-se a interação da turma, tanto na ajuda da leitura das avaliações com aluno deficiente, quanto no seu relato referente ao que tinha sido discutido, reforçando com isso o entendimento desses conteúdos por parte dos demais colegas. Com a análise a seguir, têm-se reflexões tanto da avaliação diagnóstica quanto da avaliação da aprendizagem com relação à aplicação dessa maquete.

• **Análise da avaliação diagnóstica referente à aplicação da maquete tátil-visual do conteúdo de corrente elétrica**

Aplicou-se, na 2ª série da escola de ensino médio de Pacoti, uma avaliação diagnóstica apresentadas no manual, sobre alguns conteúdos que estão relacionados ao estudo de corrente elétrica, sendo essa sucedida pela aplicação da maquete.

Com a apresentação da Quadro 3 é possível analisar o percentual de acertos em relação as pesquisas realizadas aos alunos. Com relação à quinta questão, foi perguntado sobre o conhecimento de alguns instrumentos de medida de eletricidade e sua função, 9 alunos falaram que conheciam, mas somente 3 denominaram e descreveram as suas funções. A última pergunta foi em relação aos elétrons livres, todos os alunos não souberam responder.

Quadro 3 - Resultado da avaliação diagnóstica referente à aplicação da maquete tátil-visual do conteúdo de corrente elétrica

Questão	Percentual de acertos
01 - No metal, quem é o portador de carga elétrica?	91 %
02 - Dentre as alternativas abaixo, qual melhor descreve a corrente elétrica em um metal?	37 %
03 - Entre o potencial maior e menor do gerador, o sentido da corrente elétrica real e convencional é, respectivamente:	21 %
04 - Dentre as opções a seguir, qual define melhor uma consequência da tensão elétrica?	79 %

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Recebido em: 23/03/2021

Aceite em: 20/08/2021

- **Análise da verificação da aprendizagem após a aplicação da maquete tátil-visual do conteúdo de corrente elétrica**

Após a utilização da maquete-tátil, foi aplicada a avaliação na 2ª série da escola de ensino médio disponibilizado no manual. Os percentuais de acertos das perguntas foram resumidos no Quadro 4. De forma que, a quinta pergunta teve um bom resultado, pois inicialmente 27% dos alunos falavam que conheciam algum instrumento de eletricidade, mas poucos souberam denominar e funcionalizar esses instrumentos. Após a aplicação das maquetes táteis-visuais, esse número aumentou para 77%, além de ter ocorrido um aumento considerável na quantidade de alunos que descreveram o nome e a função desses instrumentos de eletricidade.

Quadro 4 - Resultado da avaliação da aprendizagem após a aplicação da maquete tátil-visual do conteúdo de corrente elétrica

Questão	Percentual de acertos
01 - No metal, quem é o portador de carga elétrica?	100 %
02 - Dentre as alternativas abaixo, qual melhor descreve a corrente elétrica em um metal?	77 %
03 - Entre o potencial maior e menor do gerador, o sentido da corrente elétrica real e convencional é, respectivamente:	32 %
04 - Dentre as opções a seguir, qual define melhor uma consequência da tensão elétrica?	95 %

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Com relação à sexta pergunta, embora poucos alunos tenham conseguido responder sobre a funcionalidade dos elétrons livres, ocorreu um bom resultado já que na avaliação diagnóstica não houve nenhuma resposta para tal questionamento. Esses resultados mostraram o quanto as discussões dos assuntos agregados a utilização da maquete tátil-visual ajudaram na compreensão dos conteúdos.

- **Análise da avaliação diagnóstica referente à aplicação da maquete tátil-visual do conteúdo do cálculo do resistor de cores**

Inicialmente, foi aplicada ao aluno DV uma avaliação diagnóstica, ocorrendo anteriormente à semana em que foi realizado o desenvolvimento da maquete de verificação do valor do resistor. Nessa avaliação foi analisado, principalmente, o cálculo de porcentagem, tendo em vista que para obter o valor de um resistor é utilizada a ferramenta matemática para identificar a tolerância dele.

Recebido em: 23/03/2021

Aceite em: 20/08/2021

A primeira questão falava sobre a função de um resistor no circuito elétrico, o aluno respondeu incorreto. As outras três questões eram referentes ao cálculo de resistores, o DV acertou essas questões. No momento da aplicação dessas questões que envolvem porcentagem, percebeu-se a facilidade que o aluno tinha para fazer os cálculos mentais. Dessa forma, a estrutura cognitiva referente ao assunto de porcentagem estava ancorada.

- **Análise da verificação da aprendizagem após a aplicação da maquete tátil-visual do conteúdo do cálculo do resistor de cores**

Após a aplicação das representações de um resistor que facilitam na identificação do valor dele, foi aplicada uma verificação da aprendizagem. Na primeira questão, o aluno soube identificar qual a função do resistor, diferente da resposta dada na avaliação diagnóstica, o que demonstra o quanto o aluno DV evoluiu após o trabalho com a maquete tátil-visual. Com relação às questões dois, três e quatro o aluno respondeu corretamente da mesma forma como foi respondida na primeira avaliação diagnóstica.

Nessa avaliação, diferente da quantidade de questões da avaliação diagnóstica, foi trabalhado um item a mais. Nele era abordada a representação de cinco resistores com valores diferentes de resistência. Como já havia trabalhado com método de cálculo da representação do resistor, o discente conseguiu identificar cada valor de resistência com suas respectivas tolerâncias.

- **Análise da avaliação diagnóstica referente à aplicação da maquete tátil-visual do conteúdo de associação de resistores**

Anteriormente à aplicação das maquetes relacionadas ao conteúdo de associação de resistor, foi aplicada uma avaliação diagnóstica na 3ª série da escola de ensino médio de Pacoti. Os resultados das porcentagens de acertos foram sumariados no Quadro 5. A última pergunta se refere à citação de algum instrumento de medida de eletricidade, como também a função dele. Nessa questão, 73% falaram que não conheciam esses instrumentos. Isso mostra que o conhecimento prévio ainda não foi ancorado por boa parte dos alunos.

Quadro 5 - Resultado da avaliação diagnóstica referente à aplicação da maquete tátil-visual do conteúdo de associação de resistores.

Recebido em: 23/03/2021

Aceite em: 20/08/2021



Questão	Percentual de acertos
01 - Dentre as alternativas abaixo, qual o nome que se dá quando ocorre transformação da energia elétrica em térmica em um resistor elétrico?	81 %
02 - Entre os pontos A e B da Figura abaixo, qual o tipo de associação de resistores está representada?	100 %
03 - A partir da representação da faixa de valores, identifique a resistência do resistor abaixo?	0 %
04 - Qual o valor da resistência equivalente da associação em série entre os dois resistores representados abaixo?	77 %
05 - Determine a resistência equivalente da associação de resistores representada na imagem abaixo:	61 %
06 - Qual o valor da resistência equivalente da associação de resistores ente os pontos A e C da imagem a seguir?	23 %

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

• **Análise da verificação da aprendizagem após a aplicação da maquete tátil-visual do conteúdo de movimento de associação de resistores**

O Quadro 6 apresenta uma síntese dos resultados alcançados pelos estudantes, após a realização da avaliação sobre a aplicação da maquete referente associação de resistores trabalhada na turma de 3ª série da escola de ensino médio de Pacoti.

Quadro 6 - Resultado da avaliação da aprendizagem após a aplicação da maquete tátil-visual do conteúdo de movimento de associação de resistores.

Questão	Percentual de acertos
01 - Dentre as alternativas abaixo, qual o nome que se dá quando ocorre transformação da energia elétrica em térmica em um resistor elétrico?	100 %
02 - Entre os pontos A e B da Figura abaixo, qual o tipo de associação de resistores está representada?	100 %
03 - A partir da representação da faixa de valores, identifique a resistência do resistor abaixo?	85 %
04 - Qual o valor da resistência equivalente da associação em série entre os dois resistores representados abaixo?	100 %
05 - Determine a resistência equivalente da associação de resistores representada na imagem abaixo:	96 %
06 - Qual o valor da resistência equivalente da associação de resistores ente os pontos A e C da imagem a seguir?	81 %

Fonte: Elaborada pelos autores (2020).

Recebido em: 23/03/2021

Aceite em: 20/08/2021

Na sétima questão, também houve uma evolução com relação à aprendizagem, pois, inicialmente, somente 19% da turma sabia descrever algum instrumento de medida de eletricidade, passando, após a prática, para 65%. Essa prática demonstrou que o trabalho com as maquetes foi uma boa “âncora” para que os alunos pudessem chegar aos novos conhecimentos.

- **Análise da avaliação diagnóstica referente à aplicação da maquete tátil-visual do conteúdo do efeito Hall**

Antecedendo a aula do efeito Hall trabalhada somente com o aluno DV, foi aplicada uma avaliação diagnóstica para verificar a estrutura cognitiva do referido aluno. A primeira questão que falava sobre os portadores de carga de um metal, o aluno obteve êxito na sua resposta. À próxima pergunta, o aluno respondeu incorretamente, sendo que ela dissertava sobre uma das consequências desse fenômeno. A terceira questão abordava as linhas de força de um campo elétrico gerado por uma carga, o aluno não assinalou corretamente.

As questões quatro e cinco, o discente DV não marcou o item correto. Tais questões falavam sobre outras consequências do efeito Hall. Com isso, verificou-se que esses conhecimentos, referentes ao assunto, precisavam ser ancorados junto ao discente.

- **Análise da verificação da aprendizagem após a aplicação da maquete tátil-visual do conteúdo do efeito Hall**

Após a aplicação das maquetes relacionadas ao efeito Hall, foi aplicada uma avaliação para verificar a aprendizagem. O aluno acertou todas as questões, diferentemente do resultado da avaliação diagnóstica. Desta forma, as maquetes táteis-visuais ajudaram-no bastante a entender os conhecimentos referentes a esse efeito.

Diante do exposto, este trabalho traz uma proposta de ensino para alunos com deficiência visual, onde possibilita a superação dos desafios à prática docente voltadas para a inclusão, provocando um olhar mais atento capaz de perceber as inúmeras formas de aquisição de conhecimento. Assim, como no trabalho de BRANDL *et al.* (2021), ensinar ciências a uma turma com aluno com deficiência é um desafio a docência e esta experiência proporciona compreender as diversas possibilidades de ensinar e aprender, considerando diferentes tempos e modos de ensino e de aprendizagem.

Recebido em: 23/03/2021

Aceite em: 20/08/2021

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa pesquisa possibilitou a verificação que há como trabalhar formas didáticas que poderão ampliar novos caminhos para estudantes a serem incluídos com ganhos e visões mais amplas no desenvolvimento da aprendizagem nas aulas de Física.

Ela pode ser trabalhada por professores e alunos de Física na sala regular ou no laboratório, sendo essa ferramenta uma propulsora para o fortalecimento da inclusão conforme os resultados das avaliações e os questionários aplicados aos discentes.

Com elas, tornou-se perceptível que não só o aluno deficiente visual conseguiu compreender os assuntos relacionados aos assuntos que foram abordados, mas também os videntes que outrora não conseguiam entendê-las.

As maquetes táteis-visuais além de ajudar o DV no entendimento dos assuntos relacionados à Física poderá também estimulá-los a ter uma maior interação com o material desenvolvido.

Consideramos que o manual que foi construído por meio dessa pesquisa, poderá servir como suporte aos professores nas aulas de Física. Com base nessa perspectiva, se destaca que essas questões poderão ser de interesse para futuros trabalhos, ou seja, que possam surgir e evoluir novas inquietações e novas respostas a partir dessa pesquisa.

## 6. REFERÊNCIAS

ANJOS, A. D. dos. **Alunos Cegos e de Baixa Visão no Meio Escolar**. Só Pedagogia. Virtuosa Tecnologia da Informação, 2017. Disponível em: <http://www.pedagogia.com.br/artigos/alunoscegos/?pagina=5>. Acesso em: 04 mar. 2019.

AUSUBEL, D.P.; NORVAK, J.D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BRANDL, Cândida *et al.* O ensino de Ciências em um contexto de inclusão escolar. **Revista insignare Scientia (RIS)**, v. 4, n. 4, p. 159–180, 2021.

BRASIL, **Lei de Diretrizes e Bases da Educação- LDB**. Lei nº9394/96: MEC, 1996.

BRASIL, **Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência**. Lei nº 13.146. Promulgada em 6 de julho de 2015.

Recebido em: 23/03/2021

Aceite em: 20/08/2021

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Câmara de Educação Básica**. Resolução CNE/CEB nº2/2001, Institui Diretrizes Nacionais para a Educação Especial na Educação Básica.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Adaptações Curriculares/ Secretaria de Educação Fundamental. Secretaria de Educação Especial- Brasília: MEC/SEE/SEESP, 1998.

BRASIL, Parâmetros Curriculares Nacionais. **Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC, 2000.

CAMARGO, E. P. **Inclusão e necessidade educacional especial: compreendendo identidade e diferença por meio do ensino de física e da deficiência**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

COSTA, Carolina Farias Da; MEDEIROS, Daniela. O Ensino de Ciências em um Contexto Inclusivo : Relato de uma Prática Pedagógica no curso de Ciências. **Revista Insignare Scientia (RIS)**, v. 3, n. 5, p. 424–438, 2020.

DELLANI, M. P.; DEISY, N. M. **INCLUSÃO: CAMINHOS, ENCONTROS E DESCOBERTAS. Rei revista de educação do ideal**, Rio Grande do Sul, v.7, nº15, Jan./Jun.2012. Disponível em: [https://www.ideau.com.br/getulio/restrito/upload/revistasartigos/50\\_1.pdf](https://www.ideau.com.br/getulio/restrito/upload/revistasartigos/50_1.pdf). Acesso em: 04 mar. 2019.

DARIM, Lucas Pasquali; GURIDI, Veronica Marcela; AMADO, Beatriz Crittelli. A multissensorialidade nos recursos didáticos planejados para o ensino de Ciências orientado a estudantes com deficiência visual: uma revisão da literatura. **Revista Educação Especial**, Santa Maria, v. 34, p. 1-28, 2021.

JESUS, M. A. S. de. **A Inclusão do Deficiente Auditivo no Ensino Regular na Escola Pública**. Só Pedagogia. Virtuuous Tecnologia da Informação, 2014. Disponível em: [http://www.pedagogia.com.br/artigos/inclusao\\_deficiente\\_auditivo1/?pagina=3](http://www.pedagogia.com.br/artigos/inclusao_deficiente_auditivo1/?pagina=3). Acesso em: 04 mar. 2019.

KLIEMANN, V. L. P.; PELIN, M. **A educação e o processo de inclusão do aluno cego no ensino fundamental: memórias e reflexões federais, estaduais e municipais**. Só Pedagogia. Virtuuous Tecnologia da Informação, 2015. Disponível em: [http://www.pedagogia.com.br/artigos/a\\_educacao\\_e\\_o\\_processo/?pagina=5](http://www.pedagogia.com.br/artigos/a_educacao_e_o_processo/?pagina=5). Acesso em: 04 mar. 2019.

MEDEIROS, C. S. S. et al. **A Importância da Ludicidade no Processo de Inclusão de Alunos com Necessidades Especiais no Ambiente Escolar**. Só Pedagogia. Virtuuous Tecnologia da Informação, 2015. Disponível em: [http://www.pedagogia.com.br/artigos/a\\_importncia\\_da\\_ludicidade1/?pagina=6](http://www.pedagogia.com.br/artigos/a_importncia_da_ludicidade1/?pagina=6). Acesso em: 04 mar. 2019.

MORENO, S. C. S. **A Inclusão do Aluno com Deficiência na Escola Regular**. Só Pedagogia. Virtuuous Tecnologia da Informação, 2017. Disponível em:

Recebido em: 23/03/2021

Aceite em: 20/08/2021

<https://www.pedagogia.com.br/artigos/inclusaodeficiencia/?pagina=2> Acesso em: 04 mar. 2019.

OLIVEIRA, A. D. et al. **Educação Inclusiva: em foco a Formação de professores**. São Paulo: Editora Cultura Acadêmica, 2016.

PEREIRA, F. M. **A deficiência visual no ensino regular**. Milleniumonline, 2003. Disponível em: <http://www.ipv.pt/millenium/Millenium28/8.htm>. Acesso em: 07 fev. 2019.

ROCHA, Artur Batista de Oliveira. **Ensaio Pedagógico**, v.7, n.2, Jul/Dez 2017 ISSN – 2175-1773. Disponível em <http://www.opet.com.br/faculdade/revista-pedagogia/pdf/n14/n14-artigo-1-O-PAPEL-DO-PROFESSOR-NA-EDUCACAO-INCLUSIVA.pdf> . Acesso em 28 de janeiro de 2021.

SANT'ANA, I, M. Educação inclusiva: concepções de professores e diretores. **Psicologia em Estudo**, Maringá, v.10, n.2, p. 227-234, 2005.

SANTOS, P. de O; BALBINO, E. S. **Perspectivas atuais dos profissionais de educação: desafios e possibilidades**. In: Congresso de inovação pedagógica em Arapiraca, 1., 2015. Arapiraca: Universidade Federal de Alagoas, 2015. 15p.

SMOLSKI, Luciana Carlize Juliani *et al.* Terminologias matemáticas em Libras: a geometria plana e espacial. **Revista insignare Scientia (RIS)**, v. 3, n. 5, p. 249–269, 2020.

TRIPP, D. **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica**. Educação e pesquisa, São Paulo, v.31, n.3, p.443-466, 2005.