

 <p><b>MNPEF</b> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p>	 <p><b>UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI -URCA</b></p>	 <p><b>SBF</b> SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**APRENDIZAGEM DE ELETRICIDADE NO ENSINO MÉDIO USANDO  
METODOLOGIAS INCLUSIVAS VOLTADAS PARA ALUNOS COM OU SEM  
DEFICIÊNCIA VISUAL**

**DANNIEL DA CUNHA LOPES**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Regional do Cariri, no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:

Prof. Dr. Alexandre Magno Rodrigues Teixeira

Juazeiro do Norte – Ceará

Abril de 2023

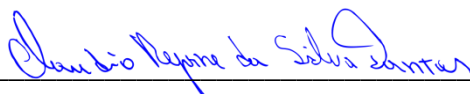
**APRENDIZAGEM DE ELETRICIDADE NO ENSINO MÉDIO USANDO  
METODOLOGIAS INCLUSIVAS VOLTADAS PARA ALUNOS COM OU SEM  
DEFICIÊNCIA VISUAL**

**DANNIEL DA CUNHA LOPES**



---

Prof. Dr. Alexandre Magno Rodrigues Teixeira – Orientador (Membro Interno)  
Universidade Estadual do Ceará/Faculdade de Filosofia Dom Aureliano Matos –  
UECE/FAFIDAM



---

Prof. Dr. Claudio Rejane da Silva Dantas (Membro Interno)  
Universidade Regional do Cariri – URCA

Documento assinado digitalmente



JOAO HERMINIO DA SILVA

Data: 12/04/2023 11:26:02-0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

---

Dr. João Hermínio da Silva (Membro Externo)  
Universidade Federal do Cariri - UFCA



---

Prof. Dr. Bruno Tavares de Oliveira Abagaro (Membro Externo)  
Universidade Regional do Cariri – URCA

Juazeiro do Norte – Ceará

Março de 2023

Dedico esse trabalho a Deus que nos momentos difíceis sempre conduziu os meus passos. A toda minha família, por estar sempre perto e apoiando o necessário, e especialmente, a minha esposa, Ana Carolina Gomes Bezerra, por toda sua compreensão e companheirismo.

## FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha Catalográfica elaborada pelo autor através do sistema  
de geração automático da Biblioteca Central da Universidade Regional do Cariri - URCA

Lopes, Dannel Cunha

C972lopesa APRENDIZAGEM DE ELETRICIDADE NO ENSINO MÉDIO  
USANDO METODOLOGIAS INCLUSIVAS VOLTADAS PARA ALUNOS COM  
OU SEM DEFICIÊNCIA VISUAL / Dannel Cunha Lopes. Iguatu, 2023.

88p. il.

Dissertação. Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física  
da Universidade Regional do Cariri - URCA.

Orientador(a): Prof. Dr. Alexandre Magno Rodrigues Teixeira

Coorientador(a): Prof. Dr. Claudio Rejane da Silva Dantas

1.Inclusão, 2.Ensino de Física, 3.Deficiência Visual; I.Título.

CDD: 373

## AGRADECIMENTOS

Agradeço A Deus, por ter me conduzido com sabedoria e não ter permitido que fracassasse diante das dificuldades, do cansaço e dos momentos difíceis.

A minha família, por todo amor, carinho, apoio e dedicação, e em especial a minha mãe, Raimunda de Fatima da Cunha, a minha filha Ana Luisa Gomes da Cunha, por ser a minha fonte de inspiração e perseverança, aos meus irmãos André Luiz da Cunha Lopes e Samuel da Cunha Lopes e ao meu pai Luiz Alves Lopes (in memoriam).

A minha sogra Maria Zulene Gomes Venâncio, professora que dedica o seu trabalho a alunos com necessidades especiais, foi uma das fontes de inspiração deste trabalho.

A todos os professores do mestrado que ao longo do curso contribuíram com ensinamentos e lições, que me possibilitaram chegar até aqui.

Aos meus amigos e colegas do mestrado que sem dúvida contribuíram muito na minha formação, compartilhando momentos felizes e de dificuldades.

A meu orientador, Prof. Dr. Alexandre Magno Rodrigues Teixeira, por estar sempre disposto a ajudar-me nos momentos em que eu mais precisava, sempre comprometido com esse projeto e através de seus conselhos valiosos esta pesquisa pudesse ser realizada.

Aos meus amigos e colegas de profissão das escolas onde atuei nos anos concomitantes do mestrado, em especial ao professor Francisco Dias Ferreira, por seu auxílio.

Aos alunos E.E.M Maria Daurea Lopes, por terem mergulhado comigo nessa aventura em busca do conhecimento.

A Sociedade Brasileira de Física - SBF pela iniciativa e preocupação em capacitar professores para desempenhar sua função de forma qualificada.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## RESUMO

Atualmente, um dos grandes desafios enfrentados pelos professores de forma geral é obter uma metodologia que possibilite proporcionar a inclusão de alunos com deficiência em sala de aula com alunos que não apresentem algum tipo de necessidade especial. Este trabalho tem como objetivo apresentar um produto educacional no ensino de física relacionado a eletricidade para a inclusão de alunos cegos ou com baixa visão no ensino regular da educação básica. Para esta finalidade, estarei propondo um modelo didático para o ensino de eletricidade que aborda alguns fenômenos da carga elétrica em repouso e em movimento. A intervenção pedagógica utilizando o modelo tátil para o ensino de eletricidade foi realizada em uma escola de ensino médio regular de característica rural, para uma turma do terceiro ano do ensino regular, turno matutino, no distrito de José de Alencar no município de Iguatu-ce. Esta escola possui alunos com necessidades especiais, cadeirantes, deficientes visuais e adolescentes com déficit de aprendizagem. Para proporcionar a inclusão de alunos cegos e de baixa visão em turmas com alunos videntes, utilizarei tal proposta para investigar o processo de aprendizagem de todos os alunos por meio da didática multissensorial, pensando em uma educação inclusiva em uma turma de ensino médio de uma escola de ensino médio de Iguatu-ce. Tais modelos são constituídos a partir de materiais de baixo custo. Essa proposta metodológica pode ser utilizada pelo professor com alunos deficientes visuais e com alunos ditos videntes, Assim todos serão incluídos em um único processo ensino-aprendizagem. A aplicação desse produto foi estruturada de forma que todos os alunos tivessem acesso aos modelos didáticos táteis, para possibilitar a compreensão dos conceitos físicos da eletricidade. A dinâmica de cada aula teve por objetivo relacionar as formas, e características de cada modelo, com os conceitos físicos. Desta forma, evidenciamos que com o uso desta proposta percebemos que houve uma maior integração entre professor e alunos, o que proporcionou aos discentes condições para a aprendizagem dos fenômenos estudados, possibilitando uma melhor qualidade e um maior interesse desses estudantes no ensino de física. A utilização dos modelos didáticos em alto relevo permitiu a discussão de conceitos físicos, estimulando assim o trabalho em todo grupo. O estudo revelou, ainda, que a utilização e desenvolvimento desses modelos didáticos são eficazes para o ensino de Física, pois auxiliam os professores e estimulam os discentes a buscarem os conhecimentos físicos, melhorando as relações aluno-aluno e aluno professor.

**Palavra-Chaves:** Ensino de Física; Deficiência Visual; Eletricidade; Metodologia inclusivas.

## ABSTRACT

Currently, one of the great challenges faced by teachers in general is to obtain a methodology that makes it possible to include students with disabilities in the classroom with students who do not have some type of special need. This work aims to present an educational product in the teaching of physics related to electricity for the inclusion of blind or low vision students in the regular teaching of basic education. For this purpose, I will be proposing a didactic model for the teaching of electricity that addresses some phenomena of electrical charge at rest and in motion. The pedagogical intervention using the tactile model for the teaching of electricity was carried out in a regular high school with rural characteristics, for a class of the third year of regular education, morning shift, in the district of José de Alencar in the municipality of Iguatu-ce . This school has students with special needs, wheelchair users, the visually impaired and adolescents with learning disabilities. To provide the inclusion of blind and low vision students in classes with sighted students, I will use this proposal to investigate the learning process of all students through multisensory didactics, thinking about an inclusive education in a high school class of a school high school in Iguatu-ce. Such models are made from low-cost materials. This methodological proposal can be used by the teacher with visually impaired students and with so-called sighted students. Thus, all will be included in a single teaching-learning process. The application of this product was structured so that all students had access to tactile didactic models, to enable the understanding of the physical concepts of electricity. The dynamics of each class aimed to relate the shapes and characteristics of each model with the physical concepts. In this way, we evidenced that with the use of this proposal we realized that there was a greater integration between teacher and students, which provided the students with conditions for learning the studied phenomena, allowing a better quality and a greater interest of these students in physics teaching. The use of didactic models in high relief allowed the discussion of physical concepts, thus stimulating work in the whole group. The study also revealed that the use and development of these didactic models are effective for teaching Physics, as they help teachers and encourage students to seek physical knowledge, improving student-student and student-teacher relationships.

Keywords: Teaching Physics; Visual impairment; Electricity; Inclusive methodology.

## Sumário

CAPÍTULO 1.....	1
APRESENTAÇÃO.....	1
CAPÍTULO 2.....	3
O AMBIENTE DE PESQUISA .....	3
2.1 INTRODUÇÃO.....	3
2.2 O PRIMEIRO CONTATO .....	5
2.3 PARTICIPANDO DE UMA NOVA REALIDADE.....	5
2.4 DEPENDÊNCIA ENTRE DESENVOLVIMENTO INTELECTUAL E AS RELAÇÕES SOCIAIS NA PERSPECTIVA DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA VISUAL .....	7
2.5 O QUE JÁ EXISTE NO AUXÍLIO AO SUJEITO COM DEFICIÊNCIA VISUAL? .....	16
2.6 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE ALGUNS TRABALHOS VOLTADOS AO PROCESSO DE INCLUSÃO NA ÁREA DA FÍSICA .....	17
CAPÍTULO 3.....	17
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA SOBRE FENÔMENOS ESTÁTICOS E DINÂMICOS DA CARGA ELÉTRICA .....	17
3.1 ELETRIZAÇÃO POR ATRITO .....	17
3.2 CARGA ELÉTRICA .....	18
3.3 CONSERVAÇÃO DA CARGA ELÉTRICA .....	18
3.5 FORÇA ELÉTRICA - LEI DE COULOMB.....	19
3.6 CAMPO ELÉTRICO.....	21
3.7 POTENCIAL ELÉTRICO.....	22
3.8 CORRENTE, RESISTÊNCIA, VOLTAGEM, ENERGIA E POTÊNCIA.....	23
CAPÍTULO 4.....	25
METODOLOGIA .....	25

4.1 O ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL .....	25
4.1.1 Pré-Concepções .....	25
4.2 ABORDAGEM DO TEMA MULTISSENSORIALIDADE: ALGUNS AUTORES QUE SE DEBRUÇARAM SOBRE O USO DOS SENTIDOS.....	27
4.3 NATUREZA DA PESQUISA .....	28
4.4 A SEQUÊNCIA DE ENSINO .....	31
4.4.1 Primeiro Encontro: Primeiras Concepções (conjuntos táteis experimentais).....	32
4.4.2 Segundo Encontro: Carga elétrica, Condutores e Isolantes .....	32
4.4.3 Terceiro Encontro: Conceito de Força elétrica e Campo elétrico.....	33
4.4.4 Quarto Encontro: Corrente Elétrica e Resistência .....	33
4.4.5 Quinto Encontro: Tipos de Circuitos em Série e Paralelo .....	34
4.4.6 Sexto Encontro: Verificando a aprendizagem e a eficiência do emprego dos modelos de táteis utilizados em todos os momentos anteriores .....	35
CAPÍTULO 5.....	36
DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA SEGUIDA .....	36
5.1 INTRODUÇÃO .....	36
5.2 CONFECÇÃO DOS MATERIAIS TÁTEIS.....	36
5.2.1 Materiais táteis para identificação e quantificação de cargas elétrica .....	38
5.2.2 Materiais táteis para identificação de força elétrica e campo elétrico .....	39
5.2.3 Materiais táteis de circuitos elétricos .....	40
5.3 APLICAÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO DO PRODUTO EDUCACIONAL ..	41
Aula 1: Primeiras Concepções ( Análise dos conhecimentos prévios dos alunos).....	42
Aula 02: Segundo Encontro: Carga elétrica, Condutores e Isolantes .....	44
Aula 03: Terceiro Encontro: Conceito de Força elétrica e Campo elétrico.....	44
Aula 04: Quarto Encontro: Corrente Elétrica, Resistência, Energia elétrica e Potência elétrica. ....	45
Aula 05: Quinto Encontro: Tipos de Circuitos em Série e Paralelo. ....	45
Aula 06: Sexto Encontro: Verificando a aprendizagem e a eficiência do modelo tátil. ....	45

CAPÍTULO 6.....	46
RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	46
6.1 OBSERVAÇÃO DURANTE A EXPLICAÇÃO DO CONTEÚDO E APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL .....	46
CAPÍTULO 7.....	58
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	58

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Maquete representativa de uma carga através de uma Átomo e da quantização da carga elétrica..... 38
- Figura 2** - Maquete representativa de corpos condutores e isolantes.....39
- Figura 3-** Maquete representativa da Força Elétrica ..... 39
- Figura 4** - Maquete representativa do Campo Elétrico. .... 40
- Figura 5** - Maquete representativa de um circuito elétrico fechado e as equações que representam as definições de corrente elétrica, resistência elétrica, a potência elétrica, a diferença de potencial elétrica e a energia elétrica..... 40
- Figura 6** - Aluno com deficiência visual utilizando o tato para compreender a estrutura de um circuito elétrico, bem como os conceitos fundamentais existentes. .... 41
- Figura 7** - Apresentação do modelo didático tátil aos alunos da 3º série do ensino ..... 47
- Figura 8** - Representação de um corpo eletrizado com cargas positivas e negativas com a finalidade de conceituar a quantização da carga elétrica .....48
- Figura 9** - Modelos didáticos táteis que representam os conceitos vetoriais de força elétrica e de campo elétrico ..... 49
- Figura 10** - Representação em alto relevo do comportamento dos portadores de carga em uma condutor sem a atuação de uma diferença de potencial e com a atuação de uma diferença de potencial. Tem por finalidade a conceituar a corrente elétrica.....49
- Figura 11** - Aluno com deficiência visual utilizando o tato para compreender o funcionamento de um circuito elétrico, e as relações conceituais que possam existir..... ..50
- Figura 12** - Representação do modelo tátil de um circuito elétrico, onde foram trabalhados os conceitos de diferença de potencial elétrico, corrente elétrica, resistência elétrica, potência elétrica e energia elétrica..... .. 51
- Figura 13** -Alunos sem deficiência visual, mas com os olhos vendados, utilizando o tato para identificar e os conceitos representados em cada modelo didático tátil..... 53

## LISTA DE GRÁFICOS

**Gráfico 1** – Gráfico obtido a partir da avaliação realizada após a aplicação da sequência de ensino e dos modelos didáticos táteis. Onde 92,6% dos alunos responderam que as aulas foram interessantes e atrativas..... 54

**Gráfico 2** – Gráfico obtido a partir da avaliação realizada após a aplicação da sequência de ensino e dos modelos didáticos táteis. Onde 93,8% dos alunos responderam que a aula conseguiu estimular o estudo do tema.....55

**Gráfico 3** – Gráfico obtido a partir da avaliação realizada após a aplicação da sequência de ensino e dos modelos didáticos táteis. Onde 93,8% dos alunos responderam que o modelo que através do modelo proposto eles conseguiram assimilar os conceitos trabalhados..... 56

**Gráfico 4** – Gráfico obtido a partir da avaliação realizada após a aplicação da sequência de ensino e dos modelos didáticos táteis. Onde 84,4% dos alunos responderam que o modelo trabalhado poderia ser utilizado em outras disciplinas. ....57

**Gráfico 5** – Gráfico obtido a partir da avaliação realizada após a aplicação da sequência de ensino e dos modelos didáticos táteis. Onde 56,3% dos alunos responderam que as ideias trabalhadas foram capazes de incentivá-los a buscar novos conhecimentos a respeito dos assuntos abordados..... 61

## **CAPÍTULO 1**

### **APRESENTAÇÃO**

Desde o início da minha carreira profissional como professor de física, em 2003, pude observar que o sentimento de indiferença e até mesmo repulsa pelos conhecimentos relacionados a disciplina de Física, que são amplamente compartilhados por meus alunos. Tal observação me intrigava, já que, a física, após estudada e compreendida, mostrava-se aos meus olhos ser muito fascinante. Apesar de não possuir formação inicial na carreira do magistério, pois a minha primeira formação foi em Tecnólogo em Edificações, mas ao receber alguns convites para ministrar algumas aulas tive o gosto para lecionar despertado e não encontrei dificuldade em adaptar-me a essa profissão, procurando sempre buscar o aperfeiçoamento na carreira do magistério. Durante a minha profissão sempre me preocupei em como poderia contribuir de alguma forma com o ensino de física e, sendo assim, procurava estar atento a qualquer novidade que surgisse na área do ensino científico. Busquei entender a realidade dos meus alunos que por sua grande maioria eram carentes de novas propostas metodológicas, e ficava pensando em como poderia aplicar todo aquele esquema teórico do ensino da física para eles.

Mesmo compreendendo algumas teorias educacionais que tratavam da aplicação de diferentes metodologias no ensino, tive muita dificuldade em propor essa metodologia para alunos que apresentavam alguma necessidade especial, principalmente a visual, por não compreender a percepção de mundo que eles tinham. Nesta perspectiva, a oportunidade de docência junto a estudantes com algum tipo de deficiência, veio ampliar as questões que, naquele momento, já se constituíam como um possível objeto de pesquisa. Como propor o ensino da Física de modo a despertar o interesse e a compreensão, de educandos que apresentam algum tipo de deficiência, seja cognitiva ou não, mas especificamente nestes alunos com deficiência visual? Nas oportunidades que trabalhei com eles e pude perceber que apesar das suas limitações, os alunos com deficiência visual, mostram-se muito participativos da turma. Tal esforço era traduzido pela forma como eles questionavam e interagiam durante as explicações do professor.

Ensinar para pessoas que apresentam deficiência visual tornou-se um desafio para mim, pois não tinha a mínima formação para lidar com esta situação. Por maior que seja o esforço

dispensado por parte do estudante, me sentia despreparado para ensiná-lo. Desconfiava, muitas vezes, de que eles não davam conta de acompanhar as atividades, o que se confirmava ao final das aulas, visto que não conseguiam finalizar as tarefas propostas, foi assim que comecei a indagar: como despertar a aprendizagem em educandos que possuem algum tipo de necessidade especial e principalmente a deficiência visual?

O dia a dia de sala de aula, fez surgir algumas reflexões a respeito da estrutura escolar e da prática docente, a partir das minhas desconfianças, me fez observar que as simples atividades propostas de resolver um problema que envolva alguma conceito físico não ofereciam as ferramentas necessárias que pudesse auxiliar no desenvolvimento das potencialidades destes alunos, pelo contrário, estas acabavam se constituindo, barreiras intransponíveis para o seu aprendizado. Isto acontecia porque estas atividades haviam sido construídas para alunos videntes, que pudessem de forma simples e objetiva realizar cada passo, sugerido sem maiores problemas, mas para os para o alunos cegos e de baixa visão, estas atividades não apresentavam condição alguma que pudessem apresentar a sua aprendizagem.

Conciliando a minha acadêmica em física, em conjunto com as novas metodologia a qual tive a oportunidade de aprender ao longo de dois anos cursando o mestrado profissional em ensino de física e a minha experiência profissional de quase vinte anos, tendo a oportunidade de trabalhar por diversas vezes com alunos na área de educação especial, proponho desenvolver uma sequência de ensino de Física e um modelo de metodologia tomando como referência a didática multissensorial a ser utilizada em salas de aula que tivessem a presença de alunos cegos e com baixa visão, para possibilitar uma aprendizagem mais justa a todos os alunos.

## **CAPÍTULO 2**

### **O AMBIENTE DE PESQUISA**

#### **2.1 INTRODUÇÃO**

Buscando compreender como funciona pensar, sentir, agir e expressar dos alunos com deficiência visual, fiz a opção por realizar uma pesquisa em uma sala de aula onde estes estão inseridos, ou seja em uma sala com a presença de pessoas com deficiência visual e alunos sem deficiência visual, visto que na maior parte das escolas a inclusão não acontece da forma como deveria acontecer, pois os alunos que possuem algum tipos de condição especial, seja cognitiva ou motora são inseridos em salas de aulas com alunos sem necessidades especiais e a maior parte dos profissionais não possuem formação alguma para desenvolver metodologias que possibilitem uma aprendizagem para todos os alunos. Neste trabalho proponho trabalhar os conceitos de Física, com foco em eletricidade, através de metodologias inclusivas de forma, seja possível elaborar uma sequência didática que contemple as necessidades de todos os alunos. Para aplicação desta sequência didática foi escolhida a escola E.E.M Maria Daurea Lopes, escola de ensino regular, localizada no distrito de José de Alencar.

O interesse para realizar este trabalho advém da não ou a pouca existência de práticas que possibilitem a realização de uma inclusão ideal para todos os alunos. Sempre que tive a possibilidade de trabalhar com alunos que apresentavam alguma necessidade especial, não encontrava mecanismos que possibilitassem o desenvolvimento e a aprendizagem dos mesmos. O tema que aqui abordaremos é resultado das inquietações que tive ao trabalhar com alunos cegos e de baixa visão, visto que não conseguia compreender como poderia desenvolver algo que conseguisse atingir a aprendizagem deles.

As práticas aqui relacionadas nesta pesquisa tiveram como fundamento os esforços pessoais no sentido de melhor atender alunos com deficiência visual, procurando retratar as barreiras que a deficiência impõe, como também aquelas provenientes da falta de informação por parte da sociedade, composta pela sua grande maioria por alunos que não apresentam deficiência visual.

Quando tive a oportunidade de trabalhar em uma sala de aula regular, na qual havia a presença de alunos com deficiência visual, na escola de tempo integral Liceu de Iguatu Dr José Gondim em Iguatu-Ce, pude imergir em um novo universo constituído por pessoas que apresentavam necessidades especiais, nesta particularidade, o professor deveria realizar seu

plano de aula que abordasse todas as necessidades existentes em sala de aula com a presença de alunos com deficiência visual e com alunos videntes, ou seja o seu material e a sua aula deveria abordar os dois contextos, salientando que eram raríssimos casos de existência de formação continuada de professores. Para amenizar os problemas, a escola proporcionava aos professores uma sala que tinha como objetivo realizar o acompanhamentos dos alunos com deficiência visual, onde eram realizadas as transcrições da escrita em tinta para o Braille e do Braille para tinta, dependendo da necessidade dos alunos com deficiência visual, pois todos os professores ministravam as aulas escrevendo no quadro, para os alunos videntes e ditando para os alunos com deficiência visual para que eles pudessem escrever em Braille, pois a minoria dos professores em sala regular não tinham o conhecimento da escrita em Braille.

O atendimento educacional realizado na sala de atendimento educacional especializado, conhecida pela sigla AEE, era realizado por professores que tinha conhecimento em Braille, ou formação específica na educação especial, inicial ou continuada. Sendo que esses professores na grande maioria apresentavam formação na área de linguagem de códigos ou de Ciências Humanas, raríssimos os casos em áreas de matemática ou ciências da natureza.

Durante os trabalhos com alunos com deficiência visual inseridos em uma sala regular, ficou evidente a necessidade de uma metodologia específica na área de ensino e aprendizagem da Física, que possibilitasse um melhor resultado. A busca para encontrar um modelo deveria proporcionar aos alunos uma melhor compreensão dos conceitos abordados, que são na grande maioria, conceitos abstratos, para isso, deveria também proporcionar uma melhor interação de uma pessoa com deficiência visual com as pessoas sem esse tipo de deficiência.

No decorrer deste capítulo, irei apresentar situações que originaram os primeiros questionamentos, acerca da realidade educacional que envolve os alunos com deficiência visual. Também será realizada uma discussão sobre uma proposta de ensino que possa ser utilizada em salas de aula que possuam alunos com e sem deficiência visual no ensino de Física, sendo mais específico no tema de eletricidade. A partir desta discussão, procurarei estabelecer uma nova dinâmica, que permita uma compreensão melhor das principais dificuldades encontradas pelos deficientes visuais. Apresentarei também, uma pesquisa bibliográfica, a fim de mostrar que estudos e propostas estão sendo realizados, na tentativa de auxiliar tanto alunos com deficiência visual, quanto alunos videntes, para que possam ter uma aprendizagem de melhor qualidade, bem como também conviverem de forma mais digna na sociedade.

## **2.2 O PRIMEIRO CONTATO**

O primeiro contato que tive com uma pessoa com deficiência visual, na escola de tempo integral Liceu de Iguatu Dr José Gondim em Iguatu-Ce foi difícil, por conta do receio de trabalhar com pessoas com esse tipo de necessidades especiais. Mas foi a curiosidade de entender os mecanismos utilizados para sua compreensão e como reagiam em meio a uma cultura dominada pela visão que me fizeram superar esses medos e buscar as metodologias mais adequadas para eles.

Passadas as primeiras indagações, outras vieram à tona, entre elas: quais os limites da convivência na sociedade? O que lhes faz ter vontade de querer continuar aprendendo? Como deve-se comportar um professor em sala de aula para que não interfira em sua aprendizagem? Quais palavras devem ser utilizadas no diálogo em sala de aula? Como acontece a compreensão das equações matemáticas? Que termos ou representações deveríamos utilizar para que eles (alunos com deficiência visual) compreendam conceitos físicos abstratos? Ao entrar em uma sala aparentemente vazia, como sabem definir se estão realmente a sós ou acompanhados? Como estudam? Quais ferramentas deverei utilizar para que a aprendizagem aconteça? Foram esses questionamentos, que para muitos podem passar despercebidos, mas que são fundamentais para uma efetiva compreensão do conhecimento do contexto em que vivemos pessoas com deficiência visual.

Os questionamentos citados acima, foram de fundamental importância para que pudesse devolver em mim uma análise crítica, mas essencial ao desenvolvimento deste trabalho. Dentre todos os questionamentos que surgiram ao trabalhar com alunos com deficiência visual, terei que direcionar os meus estudos para aquelas que fazem referência ao processo de ensino e aprendizagem destas pessoas.

## **2.3 PARTICIPANDO DE UMA NOVA REALIDADE**

Nas sala que continham alunos com deficiência visual, era observado que os professores, das áreas ditas de cálculo, uma certa compaixão devido às dificuldades que estes apresentavam, e em quase todas as situações não eram cobradas as resoluções de questões, da mesma forma como se cobravam dos alunos videntes, e quando chegava ao final do ano letivo, o aluno com deficiência visual era aprovado, e toda a construção dos conceitos tidos como imprescindíveis ao o acompanhamento nas próximas fases dos seus estudo era quebrada. Como consequência disso o estudante, em virtude das suas dificuldades em compreender, não realizava nenhuma

cobrança ao professor, desistindo de tentar a construção dos conceitos, e acabava aceitando a sua aprovação sem que a aprendizagem acontecesse de forma satisfatória.

Em virtude das observações realizadas durante a minha trajetória profissional, pude observar que os estudos referentes a disciplina de Física, sempre foi caracterizado pela existência de muitas dificuldades, principalmente ao processo de ensino aprendizagem referente a disciplina, pois os exercícios apresentavam-se como meros aplicadores de fórmulas, sempre acompanhados por uma grande porção de gráficos e tabelas, e quase nunca traziam qualquer relação com o contexto destas pessoas, e quase nunca eram consideradas as limitações existentes, sempre inviabilizando a reflexão e uma possível construção de instrumentos mediadores da aprendizagem dos indivíduos com deficiência visual.

Outras barreiras, intrínsecas ao estudo da Física, que dificultava ainda mais o processo de ensino e aprendizagem era o uso das unidades de medidas após os números representando grandezas Físicas como A (ampère), C (coulomb), W (watts), como também atribuição de significados a cada variável, como por exemplo  $\Delta Q$  (variação de carga). Tudo isso era observado também nas disciplinas que necessitavam de equações e cálculos para sua compreensão. A dificuldades encontradas eram muitas, isso fazia com que os estudantes sempre se apresentassem desmotivados. Resumindo, toda essa situação produziu métodos e materiais inadequados para a necessidade dos alunos, seja com deficiência visual ou alunos videntes.

Não foi difícil perceber que a forma como estava sendo dirigido o processo de ensino aprendizagem destes indivíduos estava sendo inadequado, pois não dispunham de uma estrutura ideal para o seu aprendizado. Fazendo com que esses estudantes apresentem uma desmotivação progressiva, acarretando em desânimo e desistência de estudar.

A escolha pelos assuntos vinculados à Eletricidade, se deu por se tratar de um tema bem abstrato, A outra preocupação referente ao tema centrava-se em trabalhar conceitos pertencentes a competência três da base nacional comum curricular (BRASIL, 2018, p.558) investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, tomando como referência a habilidade torna possível investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos. O tema eletricidade está sempre presente no currículo das escolas públicas, visto que o Ensino Médio da Rede Pública, tem como fundamento principal de preparar seu aluno para vida e não tem a intenção prioritária de preparar estudantes para o vestibular, como também o tema trata-se de um assunto abordado no cotidiano do aluno.

Como o tema de Eletricidade é bastante vasto, procurei vincular assuntos embasados nas orientações contidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais, PCN's e PCN+. Ao tratar de assuntos vinculados a eletricidade, os PCN's sugerem:

O início do aprendizado dos fenômenos elétricos deveria já tratar de sua presença predominante em correntes elétricas, e não a partir de tratamentos abstratos de distribuições de carga, campo e potencial eletrostáticos. Modelos de condução elétrica para condutores e isolantes poderiam ser desenvolvidos e caberia reconhecer a natureza eletromagnética dos fenômenos desde cedo, para não restringir a atenção apenas aos sistemas resistivos, o que tradicionalmente corresponde a deixar de estudar motores e geradores. Além dos aspectos eletromecânicos, poder-se-ia estender a discussão de forma a tratar também elementos da eletrônica das telecomunicações e da informação, abrindo espaço para a compreensão do rádio, da televisão e dos computadores (MEC, PCN 2002; p.26 grifo nosso).

Referente ao enfoque dado pelos PCN 's, a escolha pelos assuntos como “*carga elétrica, corrente elétrica e energia elétrica*”, deverão fundamentar o desenvolvimento da sequência de ensino, como também da aprendizagem dos alunos sobre a eletricidade. Da mesma forma que ao analisar então os PCN+, foi observado que os referidos temas complementam os PCN's, na medida que eles direcionam o ensino da Física para uma realidade mais próxima do estudante, promovendo uma base para os professores implementarem uma reforma educacional, fazendo com que haja uma construção de uma nova visão dos conceitos de Física. No que diz respeito especificamente ao tema eletricidade os PCN+ são enfáticos:

O desenvolvimento dos fenômenos elétricos e magnéticos, por exemplo, pode ser dirigido para a compreensão dos equipamentos elétricos que povoam nosso cotidiano, desde aqueles de uso doméstico aos geradores e motores de uso industrial, provendo competências para utilizá-los, dimensioná-los ou analisar condições de sua utilização. Ao mesmo tempo, esses mesmos fenômenos podem explicar os processos de transmissão de informações, desenvolvendo competências para lidar com as questões relacionadas às telecomunicações. Dessa forma, o sentido para o estudo da eletricidade e do eletromagnetismo pode ser organizado em torno dos equipamentos elétricos e telecomunicações (MEC, 2002b; p.70 grifo nosso).

O desenvolvimento da sequência proporcionará estudos direcionados para o entendimento dos conceitos de Eletricidade indo de encontro ao que está sendo proposto nas referências anteriores, legitimando tanto com as preocupações iniciais da pesquisa referentes ao currículo escolar, quanto com as sugestões dos PCN's e PCN+.

## **2.4 DEPENDÊNCIA ENTRE DESENVOLVIMENTO INTELECTUAL E AS RELAÇÕES SOCIAIS NA PERSPECTIVA DA PESSOA COM DEFICIÊNCIA VISUAL**

A dependência entre o desenvolvimento intelectual e as relações sociais é uma realidade para qualquer indivíduo, e não é diferente para pessoas com deficiência visual. A interação com outras pessoas e o acesso a informações e experiências são fundamentais para o crescimento intelectual de qualquer pessoa, e isso é especialmente importante para pessoas com deficiência visual, já que elas podem enfrentar obstáculos adicionais para obter essas experiências.

Para as pessoas com deficiência visual, as relações sociais são essenciais para o desenvolvimento da linguagem, da comunicação e do pensamento crítico. Ao interagir com outras pessoas, elas têm a oportunidade de aprender novas palavras, conceitos e ideias, além de desenvolver habilidades sociais importantes, como a capacidade de se comunicar e de trabalhar em equipe.

Além disso, as relações sociais também podem ajudar uma pessoa com deficiência visual a superar as barreiras impostas pela sua deficiência. Por exemplo, um amigo ou parente pode descrever imagens ou cenas que uma pessoa com deficiência visual não pode ver diretamente, permitindo-lhe compreender melhor o mundo ao seu redor.

No entanto, nem sempre é fácil para as pessoas com deficiência visual estabelecer relações sociais e sociais. Muitas vezes, elas podem-se sentir excluídas, especialmente em ambientes que não são adaptados para suas necessidades específicas. Por isso, é importante que as instituições e a sociedade como um todo sejam sensíveis às necessidades das pessoas com deficiência visual e resistentes às condições adequadas para que possam participar plenamente da vida social.

Em resumo, a dependência entre o desenvolvimento intelectual e as relações sociais é essencial para qualquer pessoa, incluindo aquelas com deficiência visual. A interação com outras pessoas, o acesso a informações e experiências, e a possibilidade de superar barreiras impostas pela deficiência, são elementos cruciais para o crescimento intelectual e pessoal dessas pessoas. É importante, portanto, que a sociedade como um todo se esforce para garantir que as pessoas com deficiência visual tenham as condições necessárias para participar plenamente da vida social e desenvolver todo o seu potencial.

A teoria do desenvolvimento de Vygotsky sugere que a aprendizagem é um processo social e que as pessoas aprendem melhor quando estão em interação com outras pessoas. Nessa perspectiva, a relação entre o desenvolvimento de uma pessoa com deficiência visual e sua aprendizagem é fundamental.

A deficiência visual pode representar um desafio para a aprendizagem, já que as pessoas com essa deficiência muitas vezes têm dificuldades para acessar informações visuais. No entanto, Vygotsky argumenta que a aprendizagem pode ocorrer de maneira mais eficaz quando

as pessoas com deficiência visual são apoiadas por outras pessoas em um ambiente colaborativo e estimulante.

De acordo com Vygotsky, a aprendizagem é um processo ativo que envolve a interação entre uma pessoa que aprende e o ambiente em que ela está inserida. A felicidade existente em pessoas que são socialmente ativas é crucial para o processo de aprendizagem, uma vez que as pessoas aprendem através da troca de ideias, experiências e informações com outras pessoas.

Em relação às pessoas com deficiência visual, Vygotsky sugere que elas podem se beneficiar da interação com outras pessoas em um ambiente que proporcione um suporte adequado às suas necessidades específicas. Por exemplo, as pessoas com deficiência visual podem ser ajudadas por outras pessoas que descrevam imagens, cenas ou objetos que elas não podem ver diretamente. Essa ajuda permite que as pessoas com deficiência visual compreendam melhor o mundo ao seu redor e adquiram conhecimentos que seriam mais difíceis de adquirir de outra forma.

Além disso, Vygotsky enfatiza a importância do desenvolvimento da linguagem e da comunicação para a aprendizagem. Ele sugere que a linguagem é uma ferramenta crucial para a construção do conhecimento, uma vez que as pessoas usam uma linguagem para organizar e compreender as informações que recebem do mundo ao seu redor. Para as pessoas com deficiência visual, a linguagem pode ser ainda mais importante, uma vez que elas não têm acesso direto às informações visuais. Assim, a interação com outras pessoas e o desenvolvimento da linguagem são fundamentais para a aprendizagem das pessoas com deficiência visual.

Em resumo, a teoria de Vygotsky sugere que a aprendizagem é um processo social que envolve a interação com outras pessoas e o ambiente em que a pessoa está inserida. Para as pessoas com deficiência visual, a interação social pode ser especialmente importante para o desenvolvimento do conhecimento e das habilidades cognitivas. A ajuda de outras pessoas na descrição de imagens e cenas, bem como o desenvolvimento da linguagem e da comunicação, são cruciais para a aprendizagem das pessoas com deficiência visual. Nesse sentido, é importante que a sociedade como um todo defenda um ambiente estimulante e colaborativo para o desenvolvimento das pessoas com deficiência visual, garantindo que elas tenham as condições necessárias para alcançar todo o seu potencial.

A teoria de aprendizagem de Vygotsky é uma das mais influentes na psicologia educacional. Ele acreditava que a aprendizagem é um processo social que ocorre através da interação com os outros e do compartilhamento de conhecimento. Segundo Vygotsky, o desenvolvimento cognitivo de uma pessoa é moldado por sua cultura e ambiente social.

Quando se trata de pessoas com deficiência visual, a teoria de Vygotsky é particularmente relevante. Para esses indivíduos, o acesso ao conhecimento visual é limitado, o que pode impactar sua aprendizagem. No entanto, Vygotsky enfatizou que a aprendizagem não é apenas visual e que outros sentidos, como a audição e o tato, também podem ser usados para adquirir conhecimento.

Além disso, Vygotsky acreditava que a interação social é fundamental para a aprendizagem. Isso significa que, para as pessoas com deficiência visual, é importante ter um ambiente social que incentive a interação e a troca de conhecimento. Por exemplo, um ambiente de sala de aula inclusivo pode fornecer oportunidades para que os alunos com deficiência visual trabalhem em grupo e compartilhem ideias com seus colegas.

Outro aspecto importante da teoria de Vygotsky é o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). A ZDP é a distância entre o que um aluno pode fazer sozinho e que ele pode realizar com a ajuda de um professor ou de seus colegas mais vivenciar. Para as pessoas com deficiência visual, o ZDP pode ser maior do que para os alunos sem deficiência, já que eles podem precisar de mais orientação para aprender certos conceitos. No entanto, Vygotsky acreditava que a interação social pode ajudar a encurtar essa distância e permitir que os alunos com deficiência visual tenham seu potencial máximo.

Em resumo, a teoria de aprendizagem de Vygotsky oferece muitas ideias úteis para o desenvolvimento da aprendizagem de pessoas com deficiência visual. A interação social, o uso de outros sentidos além da visão e a Zona de Desenvolvimento Proximal são conceitos importantes que podem ajudar a criar um ambiente de aprendizagem inclusivo e eficaz para todos os alunos.

A teoria de aprendizagem de Vygotsky é uma abordagem que enfatiza a importância da interação social na aprendizagem e no desenvolvimento cognitivo. Essa abordagem é particularmente relevante para pessoas com deficiência visual, pois a interação social pode desempenhar um papel importante em ajudá-las a superar as barreiras físicas e sociais que enfrentam.

Uma das principais contribuições de Vygotsky foi a ideia de que a aprendizagem ocorre através da interação social. Isso significa que as pessoas aprendem melhor quando estão envolvidas em atividades cooperativas com outras pessoas. Para pessoas com deficiência visual, isso pode envolver grupos com outros alunos ou com tutores, que podem fornecer orientação e suporte durante o processo de aprendizagem.

Outra contribuição importante de Vygotsky foi a noção de que a aprendizagem é um processo contínuo de construção de conhecimento. Isso significa que as pessoas aprendem

melhor quando são expostas a novas informações e ideias que se baseiam no conhecimento que já possuem. Para pessoas com deficiência visual, isso pode envolver o uso de tecnologias assistivas, como leitores de tela e ampliadores de tela, para ajudá-las a acessar informações que de outra forma seriam inacessíveis.

Além disso, a teoria de Vygotsky destaca a importância da linguagem e da comunicação na aprendizagem. Isso significa que as pessoas com deficiência visual podem se beneficiar do uso de técnicas de comunicação alternativas, como a multissensorialidade, que procurarei descrever mais a diante de forma a ajudá-las a se comunicar com outras pessoas e acessar informações importantes.

No geral, a teoria de aprendizagem de Vygotsky pode ser uma ferramenta poderosa para melhorar a aprendizagem de pessoas com deficiência visual. Ao enfatizar a importância da interação social, da construção do conhecimento e da comunicação, essa abordagem pode ajudar as pessoas com deficiência visual a superar as barreiras que enfrentam e alcançar seu pleno potencial educacional.

Essa busca pela compreensão do cotidiano de um sujeito com deficiência visual é essencial para conhecer a sua realidade enquanto cidadão. Muitas situações que são ditas comuns para pessoas ditas videntes, para aqueles que apresentam algum tipo de deficiência visual, podem ser muito complexas, por vivermos em uma sociedade onde as estruturas sociais estão fortemente ligadas ao perfeito desempenho da visão. Segundo Camargo, atitudes consideradas simples para uma pessoa com visão normal, como tomar um ônibus, ter acesso a informações e frequentar uma sala de aula, se constituem como extremamente complexas, inéditas, extraordinárias, anormais e constrangedoras às pessoas com esta particularidade (CAMARGO, 2005). Por isso não basta estar ciente destes fatos, temos que conhecer para contra argumentar os preconceitos existentes que desmerecem e desqualificam este contingente de pessoas.

No Brasil em termos técnicos, uma pessoa é considerada cega se corresponde a um dos critérios seguintes: a visão corrigida do melhor dos seus olhos é de 20/200 ou menos, isto é, se ela pode ver a 20 pés (6 metros) o que uma pessoa de visão normal pode ver a 200 pés (60 metros), ou se o diâmetro mais largo do seu campo visual subentende um arco não maior de 20°, ainda que sua acuidade visual nesse estreito campo possa ser superior a 20/200, (CONDE, 2021), ou seja é aquela pessoa que possui uma perda total ou parcial da sua visão, necessitando de uma linguagem específica ou de recursos didáticos para o processo de ensino-aprendizagem.

Reforçando a análise inicial, Camargo propõe que:

... em termos conceituais, *cegas* são as pessoas que têm somente a percepção da luz ou que não têm nenhuma visão e que precisam aprender por meio do Braille e de meios de comunicação que não estejam relacionados com o uso da visão; *com visão parcial*, as que possuem limitações da visão a longo alcance, mas que são capazes de ver objetos e materiais quando estão a poucos centímetros ou, no máximo, a meio metro de distância; com *visão reduzida*, aquelas cuja limitação gerada pela deficiência visual pode ser corrigida. Para contextos educacionais, pessoas cegas são as que empregam o Braille, e pessoas com visão parcial são aquelas que usam material impresso. Se o problema de visão pode ser corrigido com óculos, o ‘defeito’ não é considerado uma deficiência visual no sentido educacional Camargo (2005).

Cada um dos sentidos possui uma condição específica para o desenvolvimento das potencialidades no relacionamento entre o meio social e físico, segundo alguns especialistas a maior parte das informações está relacionada à visão, por isso que a visão desempenha um grande papel no desenvolvimento de um indivíduo.

A visão, é responsável por unir toda a atividade sensorial, contribui para a formação das pessoas, como também origina uma série de desvantagens para os sujeitos com deficiência visual. Contudo, o grau desta desvantagem pode ser diminuído se, na educação, forem aplicadas técnicas apropriadas, adaptando metodologias e recursos tecnológicos buscando compensar a deficiência.

Vygotsky afirma que os cegos não percebem a luz da mesma maneira que os que enxergam com os olhos tapados a percebem, isto é, eles não sentem e nem experimentam diretamente que não têm visão, portanto, a capacidade para ver a luz tem um significado prático e pragmático para o cego e não um significado instintivo-orgânico, o que significa que eles sentem seu defeito de um modo indireto, refletido unicamente nas consequências sociais. (CAMARGO, 2005).

Vivemos em uma sociedade que é constituída na sua grande maioria por videntes, onde as pessoas com deficiência visual tem que sempre se adequar às necessidades daqueles, e é devido essa condição que a educação destinada ao sujeito com deficiência visual não contempla o devido suporte para o seu aprendizado, havendo uma necessidade de encontrarmos metodologias voltadas para melhor atender as especificidades de uma pessoa com essa necessidades, caso isso não aconteça o aprendizado sempre irá ocorrer embasado na cultura vidente. Sem um suporte ideal para com a realidade do sujeito com deficiência visual, a educação escolar não será num espaço de construção de conhecimentos, mas um exercício mecânico, onde não existirá compreensão do que foi ensinado.

Pelo fato do nosso modelo de educação destinada às pessoas com deficiência visual não conseguir contemplar as condições fundamentais para o seu aprendizado, através de metodologias que visem atender as condições especiais que os mesmo apresentam como também a falta de atividades experimentais ou instrumentos específicos destinados a buscar

uma maior interação, o aprendizado continuará sendo fundamentado na cultura de uma educação vidente. Pela falta de um suporte condizente com a realidade existente nos educandos com deficiência visual, a educação proporcionará espaços de construção de conhecimento e continuará sendo um sistema mecânico e repetitivo, sem a devida compreensão do conhecimento. Em virtude as essas condições, Camargo afirma que:

Os indivíduos citados estão aptos a aprender qualquer conteúdo ensinado,... mas em linhas gerais, não encontraram ou não encontram condições educativas específicas para sua aprendizagem no contexto escolar (um dos ambientes mais importantes de inclusão). Representam uma quantidade significativa de cidadãos que necessitam ou já necessitaram de algum tipo de preocupação diferenciada quanto às práticas de ensino de Física. Diferenciadas não no sentido excludente, mas no sentido de uma atenção especial às características próprias desses indivíduos, características estas, que exigem a elaboração ou adaptação de métodos de ensino e formas de avaliação. Diferenciadas também no sentido de inovadoras, pois, supõe-se que os métodos de ensino, as atividades, as formas de avaliação etc... desenvolvidas ou adaptadas e aplicadas a indivíduos com deficiência visual, poderão auxiliar outras pessoas, com deficiência visual ou não, em seu aprendizado de Física (CAMARGO, 2005 p.6).

Vale observar que, em referência a educação diferenciada, o autor (Camargo) não se limita a apenas aos alunos com necessidades educacionais especiais, mas atribui educação diferenciada uma maior amplitude, que envolve todos os estudantes, sem determinar restrições. No que diz respeito a elaboração de uma aula adaptada aos alunos com necessidades especiais, aqueles que não possuem essas condições deverão ter os mesmos valores que estes, contudo as diferenças existentes entre os alunos deverão ser respeitadas e levadas em consideração. Por isso o pensar docente deverá sempre buscar novas metodologias e recursos didáticos com o objetivo de promover uma aprendizagem equilibrada a todos os alunos. Desta forma é necessário concentrar esforços na busca de uma melhor interação entre estudantes, visando uma participação mais ativa deles no processo de ensino e aprendizagem, proporcionando uma construção do seu conhecimento.

Utilizando-se de princípios metodológicos corretos a construção de uma identidade cidadã pode ser atingida, conforme nos relata Camargo sobre os indivíduos com deficiência visual “encontram-se prejudicados no exercício de sua cidadania, carentes que *estão dos direitos inalienáveis que lhes possibilita exercer uma ação social, embasados numa leitura crítica da trama em que se encontram inseridos*” (CAMARGO 2005, p.5). Analogamente, Rodrigues adiciona que, “uma experiência educativa de qualidade, não segregada e respeitadora das diferenças individuais por muito aparentes que sejam, parece ser um meio seguro para a formação de valores que possam ser preventivos de situações mais tardias de ostracismo e conflito” (RODRIGUES 2006, p.12). Desta forma, observamos que, as barreiras existentes para o desenvolvimento das possibilidades de estudo para pessoas que são ditas

incapazes pela sociedade, poderão, proporcionar em um breve futuro, o surgimento de pessoas mais constrangidas, que não se sentem seguras o suficiente para desenvolver sua capacidade criadora.

O desconhecimento de características, atitudes, potencialidades, especificidades, inerentes a uma pessoa com deficiência visual, constitui-se em um dos principais fatores causadores de deficiência na perspectiva social. Atitudes intrusivas, despropositadas e desagradáveis por parte da população, que em sua maioria é constituída por pessoas videntes, revelam um desconhecimento quase total das características da deficiência visual e das suas consequências reais (CAMARGO, 2005 p. 11).

Temos uma sociedade muito apegada ao que se vê e as limitações sociais impostas ao desenvolvimento de sujeitos com deficiência visual, tornam-se as barreiras da sua deficiência, dando, assim, a noção de intransponibilidade. De acordo com Vygotski (1998), muitas das concepções criadas historicamente, a respeito dos sentidos debilitados, são encontradas ainda hoje. Estas se encontram embasadas em pensamentos que são amparados pelo dito popular, ao afirmar que: “se a natureza tira com uma *mão*, *ela dá com a outra*”. A teoria moderna adota duas vertentes. A primeira avalia que a deficiência não se constitui “em um defeito ou perda isolada da função, mas que a plasticidade do cérebro reestrutura os mecanismos neurológicos superiores, que provoca uma reorganização radical de conjunto da personalidade” (VYGOTSKY, 1994; p.100). A segunda, espera que a deficiência orgânica, possa impulsionar processos de compensação, levam a uma série de particularidades na psicologia do sujeito com deficiência visual e reestruturam todas as funções.

O destaque dado por Vygotsky ao professor valoriza as atividades multissensoriais em sala de aula no momento em que ela é um instrumento que serve de processo e parceiro mais capaz a ser imitado. O professor tem a responsabilidade de fazer, demonstrar e destacar o que deve ser observado e, sobretudo, explicar o modelo teórico que possibilite a compreensão do que é observado e estabelecido cultural e cientificamente.

Essa interação entre professor e aluno é fundamental para o desenvolvimento do processo de aprendizagem. Tal teoria sócio histórica de Vygotsky nos mostra uma relação de dependência entre desenvolvimento intelectual e as relações sociais que são estabelecidas ao longo do crescimento do ser humano. Durante o ambiente de ensino formal, a postura do professor é importante para que essas atividades atinjam o seu objetivo pedagógico, que é propiciar uma situação estimuladora de interações sociais que facilitem o processo de ensino e de aprendizagem.

O educador deve desempenhar um papel fundamental no processo de ensino aprendizagem, como um indivíduo mais experiente, sem deixar de considerar que o aluno tenha a sua bagagem cultural e intelectual, para a construção da aprendizagem.

Esse conjunto professor-aluno e aluno-aluno formam-se mediadores da cultura que possibilita progressos no desenvolvimento da criança. Para Vygotsky, a construção do conhecimento se dará coletivamente, portanto, não devemos ignorar a ação intrapsíquica do sujeito. Assim, Vygotsky desenvolve dois conceitos chave. O primeiro chama de Zona de Desenvolvimento Real (ZDR) e o segundo Zona de desenvolvimento Proximal (ZDP).

A Zona de Desenvolvimento Real compreende aquelas funções psíquicas já dominadas pelo sujeito. Nela estão aquelas habilidades já dominadas pelo sujeito. É aonde o desenvolvimento precede a aprendizagem, sendo o lugar onde o professor e o sistema de ensino deve trabalhar.

A Zona de Desenvolvimento Proximal, por outro lado, indica o conjunto de habilidades onde o sujeito pode ter sucesso se orientado por alguém mais experiente. É nessa região que estão as habilidades ainda em desenvolvimento pelo sujeito. Segundo ele, quando pegarmos duas crianças que apresentam a mesma ZDR ambos poderão ter graus diferentes de sucesso na solução de problemas assistidos.

Tais habilidades nas quais as crianças apresentam melhor desempenho na solução de problemas assistidos serão aquelas onde o sujeito poderá ter sucesso sozinho no decorrer do tempo. Vygotsky considera que todos indivíduo é um ser participante ativo no processo de ensino e aprendizagem, mas não pode atuar sozinho. Para o teórico o processo de ensino e aprendizagem só acontece se houver alguém com mais experiência para orientar o aprendiz. É neste contexto que aparece o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

Portanto, partindo da premissa proposta pela teoria sociointeracionista de Vygotsky que o aprendizado ocorre pela interação entre os sujeitos entende-se que o professor em sala de aula deve assumir o papel de mediador do processo de ensino e aprendizagem proporcionando aos discentes atividades que possam facilitar a interação entre seus membros.

Atualmente existe uma crescente necessidade por mudanças referente ao processo de ensino e aprendizagem dos sujeitos com deficiência visual. No entanto, o que precisamos observar é o que já está sendo realizado para atender as necessidades epistemológicas de ensino destes educandos.

## **2.5 O QUE JÁ EXISTE NO AUXÍLIO AO SUJEITO COM DEFICIÊNCIA VISUAL?**

Quando trabalhamos com alunos com deficiência visual, tive a oportunidade de viver uma inversão de papéis, ao participar de uma formação com os professores das salas de atendimento especial especializado (AEE), onde os professores tinham seus olhos vendados e deveríamos realizar uma determinada tarefa, que no meu caso era apenas percorrer um dado percurso, com isso pude observar o quanto difícil era para aqueles que apresentavam este tipo de deficiência. Durante esse período que trabalhei com este público, observei também o quanto eram escassos os trabalhos específicos para o ensino a serem realizados para adolescentes e adultos com esta particularidade no ensino médio.

No Brasil temos algumas entidades voltadas para o trabalho com pessoas cegas, são exemplos: A Fundação Dorina Nowill para Cegos, que trabalha a favor da inclusão social de crianças, jovens e adultos com deficiência visual total ou com baixa visão por meio de ações educativas e culturais. Esta organização atua, dentre outras coisas, na produção de livros em Braille e livros falados. O Instituto Benjamin Constant é referência nacional na educação e capacitação profissional de pessoas cegas, com baixa visão, surdocegas ou com outras deficiências associadas à deficiência visual. Como centro de referência nesta área, a instituição capacita profissionais e assessora instituições públicas e privadas no atendimento às necessidades desse público, além de reabilitar pessoas que perderam ou estão em processo de perda da visão.

Ainda nos dias atuais existem brechas que precisam ser preenchidas sobre o processo de desenvolvimento e aprendizagem das crianças com deficiência visual, sempre buscando uma avaliação educacional mais abrangente, que indique as necessidades educacionais especiais destas crianças. Quando a educação infantil, Vygotsky (1991) e Leontiev (1991), afirmam que é durante essa fase surgem possibilidades de potenciais de desenvolvimento, responsáveis pelo desenvolvimento das funções mentais superiores, como memória, atenção, pensamento, formação de conceitos se relacionam entre si. Esse processo não se esgota, pois, apesar da estrutura das funções psicológicas superiores não mudarem, as conexões (ou nexos) mudam, promovendo um salto no desenvolvimento do sujeito, e que estas, têm grande importância no desenvolvimento educacional da pessoa. Vygotski (1998) enfatiza que toda a infância se caracteriza como a fase da insegurança e de insuficiência, onde todas as forças são orientadas à superação de tais barreiras, e que, de modo algum, isto pode ser considerado uma particularidade exclusiva da criança com deficiência visual.

Quanto às propostas de pesquisas destinadas a adolescentes com deficiência visual no campo do ensino científico da física, estão em número muito pequeno. Em relação a estes, Camargo afirma que, apesar de já existirem algumas pesquisas realizadas nessa área, todas só contribuem para a tentativa de adaptar materiais de laboratório no ensino dessa ciência a tais sujeitos (CAMARGO *et al.* 2000). Observando as obras já dispostas, podemos perceber que as pesquisas desenvolvidas estão relacionadas às concepções prévias dos estudantes com deficiência visual, sobre Repouso, Movimento (CAMARGO, 2000), a descrição da aplicação de sequências de ensino, relativas aos conceitos Físicos de Força e Movimento. Mas recentemente, em sua pesquisa de Pós-Doutorado, foi trabalhado a formação de futuros professores, construindo e desenvolvendo juntamente com seus alunos, intervenções em sala de aula sobre os tópicos Óptica, Eletromagnetismo, Mecânica, Termologia e Física Moderna (CAMARGO *et al.* 2005), conforme serão apresentados em capítulo posterior. Com todo esse contexto, podemos perceber que as pesquisas relativas ao ensino de Física para estudantes com deficiência visual, apesar de estarem em número baixíssimo, estão em andamento. É em virtude disso que durante a realização deste trabalho buscarei encontrar uma resposta para o seguinte questionamento: até que ponto para aprender algo, é necessário mesmo “ver” ?

No próximo tópico faremos um breve resumo de alguns trabalhos já desenvolvidos buscando na área de inclusão de alunos com deficiência visual na disciplina de física, poderemos observar que apesar dos esforços de alguns pesquisadores, este processo ainda está no começo

## **2.6 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE ALGUNS TRABALHOS VOLTADOS AO PROCESSO DE INCLUSÃO NA ÁREA DA FÍSICA**

O ensino de Física voltado ao objetivo de proporcionar a inclusão de estudantes com deficiência visual em turmas com alunos sem deficiência visual ainda é um campo de estudo ainda muito pouco explorado, apesar das pesquisas já desenvolvidas e das metodologias já propostas ainda apresenta muitas brechas significativas no conhecimento e no processo de aprendizagem dos educandos, acredito que, com o passar do tempo, poderão ser preenchidas. Apesar do atual cenário, e das importantes contribuições que já foram e estão sendo dadas nesse sentido. Eder Pires de Camargo é um dos grandes nomes, no Brasil, que contribui para o ensino de Física voltado com foco na inclusão de estudantes com deficiência visual é Livre Docente em ensino de física pela Universidade Estadual Paulista, Júlio de Mesquita Filho, Campus de

Ilha Solteira e Doutor em Educação pela Universidade Estadual de Campinas, onde orienta trabalhos relacionados ao ensino de ciências e inclusão de alunos com deficiência (principalmente visual). São de sua autoria inúmeros trabalhos no ensino de Física, versando sobre como devemos trabalhar com a inclusão dos deficientes visuais, presentes nos documentos oficiais.

O Prof. Eder Pires de Camargo que desde 2007, ministra aulas na Unesp para futuros professores de física e já obteve resultados interessantes para a sua pesquisa. Um dos motivos que levou a desenvolver as pesquisas voltadas para a deficiência visual foi pessoal, pois é cego desde os nove anos de idade. Ao juntar a cegueira de nascença com a sua formação acadêmica o Prof. Eder Pires de Camargo pode identificar quais as possibilidades e dificuldades encontradas pelo aluno não vidente em receber o conteúdo transmitido, nas mesmas condições de ensino que o aluno vidente, objetivando que obtenha a mesma aprendizagem que um aluno vidente. Na sua tese de doutorado, intitulada “O ensino de Física no contexto da deficiência visual: elaboração e condução de atividades de ensino de Física para alunos cegos e com baixa visão” (CAMARGO, 2005), apresentou uma pesquisa qualitativa realizada através de um conjunto de atividades aplicadas durante cinco aulas que abordaram os temas de aceleração e desaceleração de um objeto, uma excelente referência para as pesquisas voltadas para inclusão.

Na mesma linha de pesquisa, destacam-se outras obras de sua autoria como o livro “Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de Física” (CAMARGO, 2012), retratando os resultados de uma pesquisa de três anos e que teve como objetivo entender a aplicação prática de planos de ensino anteriormente desenvolvidos, na presença de alunos com e sem deficiência visual. Outro livro de destaque foi “Inclusão e necessidade educacional especial” (CAMARGO, 2016), o livro proporciona ao leitor diferentes metodologia voltadas ao ensino de física para deficientes visuais, dentre elas a multissensorialidade, a forma adequada para a escrita matemática de problemas físicos na utilização do sistema Braille e o equacionamento tátil.

Dentre as publicações de artigos destaque o artigo “Dificuldades e alternativas para todos os alunos licenciando o planejamento de atividades de ensino para deficiência visual” (CAMARGO; NARDI, 2007) que através de pesquisa qualitativa elaborou como cumprimento de um dos objetivos metodologia direcionadas Prática de Ensino de Física. Já em Camargo; Nardi e Veraszto (2008) os autores através de metodologias inclusivas voltadas ao ensino de Óptica, minimizam as principais dificuldades para compreensão do ensino de física, analisando as dificuldades comunicacionais entre professores e discentes com deficiência visual. Segundo os autores, a comunicação, ou a falha na comunicação representa a principal barreira à

participação efetiva de alunos com deficiência visual em aulas de Óptica e destaca a importância da criação de canais comunicacionais adequados como condição básica à inclusão desses alunos.

Pessanha, Azeredo, Santos, Tato e Lima (2009) no artigo “Uma proposta para abordagem das leis de Kepler em sala de aula de alunos com deficiência visual” desenvolveram o estudo das leis de Kepler em planificações emborrachadas de E.V.A, possibilitando a utilização por alunos cegos, baixa visão e os alunos sem deficiências do Ensino Médio, melhorando a compreensão do conceito por todos os alunos da sala de aula e propiciando um processo de interação social entre os alunos.

Costa, Queiroz e Furtado (2011) em “Ensino de física para deficientes visuais: métodos e materiais utilizados na mudança de referencial observacional” elaboraram através de pesquisa um modelo que teve como objetivo analisar o aprendizado de conceitos físicos de uma aluna deficiente visual a partir da mudança do referencial observacional visual para um tátil trabalhando os seguintes conteúdos: vetores, movimento circular, conservação do momento angular e significado físico de cores este trabalho teve como aporte teórico teve contribuições de Camargo e Vygotsky.

Azevedo (2012) na sua dissertação de mestrado intitulada “ produção de material didático e estratégias para o ensino de física para alunos portadores de deficiência visual” trabalharam com a inclusão de estudantes com deficiência visual através da produção de modelos didáticos de baixo custo voltado para o ensino de Óptica.

Santos (2016) na sua tese de doutorado intitulada “ Atividades multissensoriais para o ensino da Física” através do emprego de recursos multissensoriais em atividades didáticas voltadas às aulas de Física, visando à inclusão escolar, torna a integração entre educandos mais efetiva, atividades pretensamente inclusivas em sala de aula.

Evangelista (2019) em seu livro “ Física para pessoas com deficiência visual” propôs uma série de atividades experimentais possibilitar junto a estudantes com deficiência visual o estudo e a compreensão da corrente elétrica,

Em resumo, essa revisão bibliográfica buscou encontrar e analisar algumas obras que tratam do ensino de física para alunos com deficiência visual a fim de obter embasamento teórico e metodológico para pesquisa. Como resultado, foram encontrados em trabalhos indícios da importância do uso de materiais táteis no ensino de Física e de como esses modelos auxiliam na aprendizagem de estudantes com deficiência visual. Logo, o estudo da eletricidade usando metodologias inclusivas voltadas para alunos com ou sem deficiência visual utilizando materiais adaptados com essas características, surgiu como uma possibilidade de trabalho.

Durante o próximo capítulo poderemos aprofundar os conceitos físicos através de uma breve revisão de literatura sobre a inserção dos conteúdos de eletricidade no ensino médio, conceitos estes que servirão de fundamentação para o desenvolvimento desta metodologia.

## **CAPÍTULO 3**

### **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA SOBRE FENÔMENOS ESTÁTICOS E DINÂMICOS DA CARGA ELÉTRICA**

#### **3.1 ELETRIZAÇÃO POR ATRITO**

Processo de eletrização por atrito consiste em um dos fenômenos físicos mais antigos que se pode documentar, existem relatos que foram observados a partir do século VI antes da era cristã (YOUNG e FREEDMAN, 2019, p 2) descobriu-se que, após friccionar lã em um pedaço de âmbar, este passava a atrair outros objetos. Hoje dizemos que o âmbar adquiriu uma carga elétrica líquida, ou se tornou carregado. Este processo consiste em uma transferência de carga elétrica de um corpo para o outro (corpos neutralizados) devido ao friccionamento de corpos constituídos de materiais diferentes, passando a apresentar cargas de sinais opostos, mas com a mesma quantidade de carga.

Vários experimentos podem nos mostrar que existem exatamente dois tipos de cargas elétricas e coube a Benjamin Franklin (1706-1790), sugerir a nomenclatura de carga elétrica positiva e carga elétrica negativa a estes dois tipos de cargas. São exemplos desses tipos de fenômenos: atritar plástico com pele de animais, vidro com seda, ou plástico com seda. Após o processo de transferência de elétrons de um corpo para o outro, os corpos passarão a ter cargas de sinais opostos e a mesma quantidade de cargas, este processo se deve devido ao princípio da conservação da quantidade de carga elétrica.

O processo de atração e repulsão entre corpos carregados é colocado de forma simplificado como cargas de mesmo sinal se repelem e cargas de sinais opostos se atraem. Logo a expressão, “cargas elétricas semelhantes” não significa que as duas cargas elétricas são idênticas, apenas apresentam o mesmo sinal algébrico (ambas positivas ou ambas negativas). Assim como a expressão “Cargas elétricas opostas” significa que os dois objetos possuem cargas elétricas, e que essas mesmas possuem sinais algébricos opostos (uma positiva e outra negativa).

### 3.2 CARGA ELÉTRICA

Estruturalmente os átomos são constituídos de três partículas: o elétron, que possui carga negativa; o próton, que possui carga positiva; e o nêutron, que não possui carga elétrica. Os prótons e nêutrons são formados por partículas denominadas de quarks, o próton é composto de três quarks, sendo dois quarks up e um quark down. O nêutron é formado por dois quarks down e um quark up.

Na estrutura molecular os prótons e nêutrons estão localizados no núcleo do átomo, em uma região localizada no centro, de muita densidade e de dimensões da ordem de  $10^{-15}$ m. Os elétrons por terem carga negativa são mantidos na eletrosfera do átomo devido a forças elétricas de atração exercidas sobre eles, pelo núcleo positivamente carregado.

### 3.3 CONSERVAÇÃO DA CARGA ELÉTRICA

O princípio da conservação da carga elétrica, que determina que a soma algébrica de todas as cargas elétricas existentes em um sistema isolado permanece constante, independente do processo de eletrização que aconteça entre dois corpos a carga elétrica total do sistema constituído pelos dois corpos permanece constante. Em qualquer processo no qual um corpo é carregado, a carga elétrica não é criada nem destruída, mas somente transferida de um corpo a outro. Segundo (YOUNG e FREEDMAN, 2019, p 5) a lei da conservação da carga elétrica seja uma lei de conservação universal.

Para qualquer quantidade de carga elétrica observada sempre teremos um múltiplo inteiro dessa unidade básica. Logo, qualquer quantidade de carga elétrica observada esta é sempre um múltiplo inteiro dessa unidade básica, dizemos que a carga elétrica é quantizada.

A unidade mais fundamental de carga elétrica corresponde ao módulo da carga de um de um elétron, ou de um próton. Esse valor também é conhecido como carga elétrica elementar ( $e$ ), e sua unidade de medida no sistema internacional de unidades (SI) é o coulomb (C). O valor da carga elétrica elementar ( $e$ ) é:

$$e = 1,602176565(35) \times 10^{-19} C$$

Dizemos que a carga elétrica ( $q$ ) que um corpo material possui é quantizada, ela é um múltiplo inteiro da carga elementar, podendo ser calculada pela expressão abaixo:

$$q = N \cdot e$$

$q = +N \cdot e$ , se a carga elétrica é devido a quantidade de prótons

$q = -N \cdot e$ , se a carga elétrica é devido a quantidade de elétrons, onde  $N$  é a quantidade de elétrons ou prótons.

Se o corpo for eletricamente neutro a carga elétrica total será nula.

Existem alguns materiais que possibilitam a movimentação da carga elétrica de uma região do material para outra, enquanto em outros materiais este movimento é dificultado.

Quando os materiais que permitem a movimentação dos elétrons sobre a sua estrutura, que acontece devido os elétrons não estarem firmemente ligados ao núcleo, neste caso esses materiais são chamados de condutores. São exemplos de materiais os metais a prata, o ouro, a platina, o cobre e o alumínio. Já aqueles materiais onde os seus elétrons possuem uma forte ligação ao seu núcleo, impossibilitando que eles fluam pela sua superfície, estes são chamados de isolantes, que são exemplos os vidros e a borracha.

Os metais em geral são bons condutores de eletricidade, enquanto muitos materiais não metálicos são isolantes. Existe uma outra classe específica de materiais que possuem propriedades intermediárias entre os condutores e isolantes, estes materiais são chamados de semicondutores.

### **3.5 FORÇA ELÉTRICA - LEI DE COULOMB**

O físico Charles Augustin de Coulomb (1736-1806) através de estudos experimentais com uma balança de torção estudou e descreveu as forças de interação entre partículas carregadas. Coulomb verificou que a força elétrica devido a interação de duas cargas elétricas puntiformes é inversamente proporcional ao quadrado da distância entre elas. Outra constatação de Coulomb foi que a força elétrica entre dois corpos também depende da carga existente em cada corpo, de tal forma que o valor da força é diretamente proporcional ao produto do módulo das cargas elétricas existentes.

Desta forma, Coulomb chegou a uma equação matemática que hoje é designada como lei de Coulomb. Esta lei estabelece que o módulo  $F$  da força que qualquer uma das duas cargas  $q_1$  e  $q_2$ , separadas por uma distância  $r$ , exerce sobre a outra pode ser expresso pela equação abaixo.

$$F = k_e \frac{|q_1 \cdot q_2|}{d^2}$$

onde  $K_e$  é denominado de constante de Coulomb, ou constante eletrostática, ou constante de força elétrica. O valor numérico da constante  $K_e$ , depende do sistema de unidades usado. No sistema internacional de unidades (S.I.), a constante  $K_e = 8,988 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$ , e também pode ser dada em função da permissividade elétrica do vácuo ( $\epsilon_0$ ), como na equação abaixo.

$$k_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

onde  $\epsilon_0 = 8,584 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N.m}^2$ .

Quanto a direção da força que age sobre as cargas, esta será na direção da linha reta que passa pelas cargas. Quando estas cargas  $q_1$  e  $q_2$  possuem o mesmo sinal, ambos positivos ou ambos negativos, as forças são repulsivas; quando as cargas  $q_1$  e  $q_2$  possuem sinais opostos, as forças são atrativas. As forças que atuam sobre os corpos eletrizados obedecem à terceira lei de Newton: elas sempre possuem o mesmo módulo e sentidos contrários, mesmo quando as cargas não são iguais em módulo.

A equação da lei de Coulomb tem formulação parecida com a da lei da gravitação de Newton. Porém, a interação elétrica depende das cargas elétricas e pode ser atrativa ou repulsiva, enquanto a interação gravitacional depende das massas e só pode ser atrativa.

### 3.6 CAMPO ELÉTRICO

A presença de uma carga elétrica,  $q$ , dá origem a um campo elétrico ( $E$ ). Quando uma carga de prova  $q_0$ , é colocada sobre esse campo elétrico, ela sentirá a ação de uma força elétrica ( $F$ ). A força elétrica sobre a carga de prova  $q_0$ , é exercida devido a existência do campo elétrico gerado pela carga elétrica  $q$ . Dessa forma, o campo elétrico que atua na carga de prova  $q_0$ , é dado pela equação:

$$E = \frac{F}{q_0}$$

ou seja, o campo elétrico em um dado ponto é igual à força elétrica por unidade de carga (YOUNG e FREEDMAN, 2019, p 14). No sistema internacional de unidades (S.I.), a unidade de campo elétrico será 1 Newton por Coulomb (1 N/C).

Visto que força é uma grandeza vetorial, o campo elétrico também será. A equação vetorial abaixo expressa a relação entre a força elétrica e o campo elétrico:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0}$$

A força elétrica que atua sobre a carga de prova  $q_0$ , situada a uma distância  $\vec{r}$  da carga elétrica  $q$ , é dada por:

$$\vec{F} = k_e \frac{q \cdot q_0}{r^2} \hat{r}$$

onde  $\hat{r}$  é um vetor unitário que está na direção da linha que une as cargas elétricas, e o sentido da força dependerá do sinal das cargas elétricas que estiverem interagindo.

Da equação acima, pode-se obter que o campo elétrico também pode ser dada pela equação:

$$\vec{E} = k_e \frac{q}{r^2} \hat{r}$$

ou seja, o campo elétrico é inversamente proporcional ao quadrado da distância entre as cargas elétricas, e dependerá da carga elétrica  $q$ , gerada pela carga elétrica  $q$ .

### 3.7 POTENCIAL ELÉTRICO

Quando colocamos uma carga elétrica em um ponto qualquer de um campo elétrico, esta carga ficará sujeita a uma força elétrica, esta interação torna capaz o acúmulo de energia potencial elétrica pela carga, segundo (YOUNG e FREEDMAN, 2019, p 83) Denomina-se potencial elétrico a energia potencial por unidade de carga. Definimos

O potencial elétrico  $V$  em qualquer ponto de um campo elétrico é definido como a energia potencial  $U$  por unidade de carga de prova  $q_0$ :

$$V = \frac{U}{q_0}$$

O potencial elétrico é uma grandeza escalar, assim como a energia potencial  $U$ , e a carga de prova  $q_0$ . No sistema internacional de unidades (S.I.), a unidade de potencial elétrico é chamada de volt, em homenagem ao cientista italiano e pesquisador experimental da eletricidade Alessandro Volta (1745-1827). Portanto,  $1 \text{ V} = 1 \text{ Joule/Coulomb}$ .

A diferença  $V_a - V_b$  denomina-se potencial de  $a$  em relação a  $b$ ; algumas vezes, essa diferença será abreviada como  $V_{ab} = V_a - V_b$ .  $V_{ab}$  é denominada de diferença de potencial elétrico, e no contexto de circuitos elétricos é muitas vezes designada pelo termo voltagem (YOUNG e FREEDMAN, 2019).

A força sobre uma carga de prova  $q_0$  é dada por  $q_0 \cdot E^{\rightarrow}$ ; logo, o trabalho realizado pela força elétrica quando a carga de prova se move de  $a$  até  $b$  é dado por:

$$W_{a \rightarrow b} = \int_a^b \vec{F} \cdot d\vec{l} = \int_a^b q_0 \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

Dividindo essa relação por  $q_0$  e encontramos:

$$V_a - V_b = \int_a^b E \cdot d\vec{l} = \int_a^b E \cos\Phi dl$$

O valor do trabalho  $W_{a \rightarrow b}$  independe da trajetória, já que o campo eletrostático é conservativo. O valor de  $V_a - V_b$  também não depende da trajetória que liga  $a$  até  $b$ . Da equação

acima, pode-se observar que a diferença de potencial elétrica correspondente a um volt (1 V) é igual a unidade de campo elétrico (1 N/C) multiplicada pela unidade de distância (1 m), Isto é:

$$1 V = \left(1 \frac{N}{C}\right) \cdot (1 m)$$

### 3.8 CORRENTE, RESISTÊNCIA, VOLTAGEM, ENERGIA E POTÊNCIA

A intensidade da corrente elétrica no interior de um condutor metálico, é estabelecida em função da carga que atravessa o condutor e o tempo gasto para percorrê-la. Segundo (YOUNG e FREEDMAN, 2019, p 147) a corrente pela área com seção reta A como igual ao fluxo total das cargas através da área por unidade de tempo. Logo, a corrente I através da área é dada por:

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

No unidade do S.I. a corrente é medida em ampère; um ampère é definido como um coulomb por segundo (1 A = 1 C/s). O nome dessa unidade foi dado em homenagem ao cientista francês André Marie Ampère (1775-1836).

A corrente elétrica, é portanto devido a um movimento ordenado de cargas elétricas numa dada direção e sentido. Quando as cargas que se deslocam são positivas, a força elétrica possui o mesmo sentido do campo elétrico  $\vec{E}$ , e quando as cargas são negativas, a força elétrica apresenta sentido oposto ao do campo elétrico  $\vec{E}$ . Logo nos dois casos, existe um fluxo resultante de cargas movendo-se. Convencionou-se considerar o sentido da corrente elétrica, no mesmo sentido do movimento das cargas elétricas positivas (YOUNG e FREEDMAN, 2019, p 147).

Segundo (HALLIDAY, DAVID, 2016, p 232) a resistência (R) em um condutor metálico, é determinada pela razão entre a diferença de potencial (V) e a corrente elétrica (I), que pode ser dada pela equação abaixo:

$$R = \frac{V}{I}$$

consequentemente, a diferença de potencial (V) é dada pela equação:

$$V = R \cdot I$$

A equação  $V = R \cdot I$  é conhecida com lei de Ohm; sendo válida para classe de materiais conhecidos como materiais ôhmicos.

Para que uma quantidade de carga qualquer  $dq$ , possa se mover através de um circuito elétrico, ela precisa gastar energia. Uma certa quantidade de carga,  $dq$ , ao passar por um elemento do circuito sofre uma variação de energia potencial,  $V_{ab}$ . (YOUNG e FREEDMAN, 2019, p 162; HALLIDAY, DAVID, 2016, p 245). Considerando um intervalo de tempo  $dt$ , a variação na energia potencial para essa quantidade de carga será dada por:

$$V_{ab} \cdot dq = V_{ab} \cdot I \cdot dt$$

onde  $I$  é a corrente elétrica. Dividindo a equação acima por  $dt$ , obtém-se a taxa de transferência de energia por unidade de tempo, que corresponde a a potência ( $P$ ) dissipada no circuito, isto é:

$$P = \frac{V_{ab} \cdot dq}{dt} \rightarrow P = V_{ab} \cdot I$$

No unidade do S.I. a potência é medida em watt. Essa unidade de potência foi dada em homenagem a James Watt (1736-1819)

## CAPÍTULO 4

### METODOLOGIA

#### 4.1 O ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL

Partindo do pressuposto de que as concepções originadas do senso comum dos estudantes se firmam como elementos significativos ao desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem fica evidenciado a necessidade de obtermos ferramentas didáticas eficazes para o desenvolvimento de uma seqüência de ensino destinada principalmente aos estudantes com deficiência visual e que simultaneamente possa proporcionar condições para ser trabalhadas juntamente com os alunos que não apresentem deficiência visual. Esta ferramenta, que será utilizada pelo professor, terá como finalidade ser mediadora no processo de ensino e aprendizagem, cujo objetivo é proporcionar elementos que auxiliem na interpretação de fenômenos, visando assim, aproximar seus conceitos dos científicos à realidade de cada aluno. Neste capítulo, discutiremos a relação entre o aporte teórico com as particularidades das pessoas com deficiência visual e as características devem apresentar uma seqüência didática destinada ao ensino do conteúdo eletricidade às pessoas com deficiência visual, de modo que também possa ser trabalhada ao mesmo tempo com os alunos que não apresentem tais deficiências.

##### 4.1.1 Pré-Concepções

É fato que a convivência em meio à sociedade contemporânea estabelece um desafio constante a todas as pessoas que, tais relações estabelecidas pelo sujeito, ao interagir com determinados objetos ou fenômenos, proporciona a estes uma visão de mundo, desenvolvendo em cada pessoa um senso comum. Este histórico é delineado por um contexto repleto de crenças, ideais, tradições familiares e ou culturais, que modificam o modo de pensar e agir em cada elemento. Logo, Vygotsky (2001) nos apresenta uma outra concepção sobre os *conceitos científicos e espontâneos*. Na sua abordagem, são considerados científicos todo conhecimento de origem formal, buscando sempre relacionar às ciências sociais, línguas, matemática, ciências físicas e naturais. Já os conhecimentos espontâneos são compostos por conceitos não-sistemáticos, e desorganizados, baseando-se em situações peculiares a cada indivíduo e adquiridos em contextos da experiência cotidiana. Vygotsky (2001) classifica como científicos

todos os conceitos aprendidos na educação formal e como espontâneos todos conceitos originários de uma aprendizagem informal. Este autor defende ainda que:

O desenvolvimento dos conceitos espontâneos e científicos são processos intimamente interligados, que exercem influências um sobre o outro. Independentemente de falarmos do desenvolvimento dos conceitos espontâneos ou científicos, trata-se do desenvolvimento de um processo único de formação de conceitos, que se realiza sob diferentes condições internas e externas mas continua indiviso por sua natureza e não se constitui da luta, do conflito e do antagonismo de duas formas de pensamento que desde o início se excluem (VIGOTSKI, 2001, p. 261).

Existe uma ligação muito próxima entre os conceitos espontâneos e os científicos construídos pelo sujeito, onde ambos exercem uma influência mútua. Vigotski afirma ainda que as pessoas possuem os conceitos, conhecem os objetos que estão relacionados aos conceitos, mas não estão cientes dos seus próprios atos de pensamento, fazendo uso deles antes de serem capazes de defini-los. Cada estudante utiliza desde o princípio de seu desenvolvimento na escola, conceitos que oferecem um nível de complexidade lógica que só serão compreendidos e quando são, no final de seu desenvolvimento. Sendo assim, somente após um longo processo, o aluno terá capacidade de apresentar, em relação aos conceitos científicos, o mesmo domínio que tem dos conceitos espontâneos. Quando direcionamos a atenção para o indivíduo com deficiência visual, conforme nos relata Camargo (2005), de maneira similar ao sem deficiência visual, ele acumula experiências de formas mais variáveis possíveis, passando a exigir não apenas o entendimento de situações particulares, mas também do meio em que vive. Desta forma, a maior absorção de experiências vividas, em conjunto com a mobilização do seu senso comum, proporciona a exigência de um entendimento maior da realidade que os cerca. Logo a compreensão desta realidade, apresenta algumas especificidades no caso dos sujeitos desta pesquisa. Para os estudantes com deficiência visual, o tato e a audição são fatores indispensáveis à interação com o mundo, proporcionando uma nova oportunidade à interpretação dos fenômenos. Todos os alunos, iniciam a suas interpretações com base no senso comum, que por sua vez, exerce uma grande influência no processo de ensino e aprendizagem do mesmo. O uso de atividades que possibilite trabalhar com o tato e a audição, oportunizando aos estudantes interagirem com os materiais didáticos e os inseridos em um ambiente que tenha um procedimento condizente às suas necessidades, possibilitando que sejam capazes de reconstruir o conhecimento, partindo das idéias do seu senso comum em direção as científicas vinculadas ao assunto Eletricidade. Em outras palavras, sabendo-se que os alunos têm dificuldade em transitar do senso comum para o conhecimento científico, modelos multissensoriais é uma proposta alternativa, pois permite a fase do concreto, necessária ao estudo dos estudantes com deficiência visual.

## **4.2 ABORDAGEM DO TEMA MULTISSENSIBILIDADE: ALGUNS AUTORES QUE SE DEBRUÇARAM SOBRE O USO DOS SENTIDOS**

A multisensorialidade é mais antiga do que possa parecer, essa ideia de diversificação sensorial é, pelo menos, secular. Visto que, nas primeiras páginas de sua “Carta Sobre Cegos”, Diderot (1749; 2021) questiona as formas de percepção do mundo e a forma de interação da pessoa cega, em função de algumas cirurgias de catarata por ele apresentadas. É, no mínimo, inocente ou ingênuo imaginar que um cego de nascença, ao recuperar a visão, inicie uma nova vida. Antes de levar uma vida de pessoa “vidente”, o “ex-cego” necessita aprender a reagir a estímulos visuais, durante esse processo a pessoa que deixou de ser cego necessita comparar os estímulos visuais então recebidos com estímulos utilizados antes de recuperar a visão, os quais aprendeu a reconhecer no decorrer da sua interação com o mundo. Ao ver uma fruta pela primeira vez, talvez ele não conseguisse identificar, para isso ele tinha que pegar e cheirar, para, então, concluir que aquilo seria uma fruta.

Para Descartes (1637; 2010),

Toda a conduta de nossa vida depende de nossos sentidos, e como a visão é o mais universal e o mais nobre dos sentidos, não resta a menor dúvida de que as invenções que servem para aumentar seu poder estão entre as mais úteis que podem existir.(p.451)

O objetivo de utilizar o tato se dá pela possibilidade de interpretação da informação associada a vantagens relacionadas ao sentido escolhido. O reconhecimento de informações, não dependem da forma de entrada, e as suas associações dependem diretamente de relações estabelecidas previamente pelo indivíduo. A visão possui maior alcance e descontinuidade da informação, já o tato, menor alcance (limitado ao tamanho dos braços), mas com informação contínua e detalhada, proporcionada pela análise ponto a ponto feita na ponta dos dedos. A busca pelo melhor sentido a ser utilizado deve sempre estar relacionado com qual intenção devemos abordar o objeto que se deseja analisar?

Esse contato com o diferente nos permite desligar do automático, proporcionando outro nível de compreensão dos nossos atos.

A dificuldade que os cegos têm de recuperar as coisas perdidas torna-os amigos da ordem; e me apercebi que os que deles se aproximam familiarmente partilham dessa qualidade, seja por efeito do bom exemplo que proporcionam, seja por um sentimento de humanidade que alimentam para com eles. (Diderot,2021 p.3)

Quando entramos em contato com o outro, tomando como referências aquelas necessidades que não necessariamente fazem parte de seu cotidiano, podemos reestruturar comportamentos e as percepções de mundo. Sempre tive a curiosidade de descobrir como um

cego de nascença forma ideias das figuras? Talvez isso aconteça através dos movimentos de sua mão em vários lugares. Ao passar a mão ao longo de um fio esticado, eles adquirem a ideia de reta, caso o fio esteja um pouco menos esticado, passam a ter a noção de uma reta curva. Tais informações serão computadas, junto a informações anteriores, de modo a dar um significado ao todo. A utilização do tato associado à visão nem sempre será possível, devido a vários fatores, dentre eles as questões culturais ou de distância. Mas mesmo assim não podemos descartar essa possibilidade de associação, principalmente com alguém que tenha um sentido *aparentemente* mais aguçado, devido às funções psicológicas superiores, como atenção e memória. Não é uma questão de ouvir melhor, mas da capacidade de interagir com tais informações. A diferença de percepção relacionada acima advém do cognitivo e da interpretação das informações relacionadas ao meio. Vygotsky (1998) considera a interação social como o veículo fundamental para a transmissão didática do conhecimento social.

Percebendo os fenômenos naturais sem o uso da visão: novidade?

A deficiência visual entre alguns homens da ciência foi pouco difundida, ou até mesmo omitida. A história nos mostra que essa deficiência existiu tanto quanto as obras desses pensadores.

O primeiro exemplo é o de Nicholas Saunderson, cego de nascença, professor de Óptica, Matemática e Astronomia em Cambridge, em meados do século XVIII, responsável por inúmeras palestras e por um método de realizar cálculos, Saunderson trabalhou com Newton e Halley, foi um dos responsáveis pela criação de um método de facilitação para localização marítima, que atualmente, chamamos de “Longitude”. e seu o marco zero se localiza na cidade de Londres, com divisões de 15 graus para cada linha imaginária. Outro foi Johannes Kepler (1571-1630), astrônomo e matemático com poliopia anocular e miopia, ficou marcado no meio científico devido sua colaboração a respeito do movimentos dos corpos celestes.

Esses exemplos nos permitem mostrar que a diversidade proporcionada pela deficiência no uso de um determinado receptor sensorial nos permitem mostrar que não existem motivos para que essa mesma diversidade seja negada nas escolas regulares.

#### **4.3 NATUREZA DA PESQUISA**

Conforme descrito na Introdução, a pesquisa foi realizada em uma escola de ensino médio, que está inserida em uma região onde a presença de alunos com deficiência visual tem sido frequente, no período em que a mesma foi realizada só tínhamos um aluno com cegueira no ensino médio, contudo, independente da quantidade de alunos com esse tipo de deficiência,

precisamos propor uma metodologia de inclusão específicas para alunos com deficiência visual que também tivesse finalidade para alunos que não apresentasse esse tipo de deficiência.

A escola E.E.M Maria Daurea Lopes, escola de ensino regular, localizada no distrito de José de Alencar, por isso de natureza rural, pois atinge um alcance de vinte e nove regiões, apresentando na sua matrícula um total de trezentos e seis alunos, sendo destes quinze alunos que apresentam condições especiais. As turmas são constituídas por alunos sem necessidades educacionais especiais aparentes e por alunos com necessidades especiais, a turma a qual realizei a minha pesquisa, possui três alunos com algum tipo de necessidade especial, sendo um com deficiência visual, uma cadeirante e um com deficiência intelectual. Com isso é necessário uma avaliação do comportamento de grupo frente ao comportamento tradicional com novos membros, antigamente excluídos em “escolas especiais”. A pergunta-base da pesquisa é: Poderíamos dirigir a diversificação sensorial, antes pensada inicialmente somente para alunos com deficiência visual, para todos os alunos da turma, incluindo outros casos do público alvo da educação especial? Como isso poderia ser feito e qual seria o impacto na aprendizagem? A resposta servirá de base para possíveis metodologia cuja a finalidade será quebrar paradigmas da visão das escolas regulares.

Se em um dado momento um professor pensasse em uma aula com diversidade de recursos sensoriais, esta não necessitaria de ajustes caso essa turma viesse a ter um aluno com deficiência visual, independentemente de a deficiência ser a cegueira ou a baixa visão. Durante o período trabalhado com alunos que possuíam deficiência visual, uma das críticas mais frequentes que recaía sobre os professores é o tempo necessário para cumprir o cronograma de conteúdos, sob a alegação de “ter de dar duas aulas ao mesmo tempo”, no caso de classes com alunos com cegos ou de baixa visão incluídos.

Ao utilizarmos os recursos voltados para todos, o processo de inclusão escolar acontecerá de forma tão desejada, além de evitar o duplo trabalho por parte do professor. A existência de atividades específicas para alunos com deficiência visual não será descartada, mas estas só deverão ser utilizadas em último recurso didático, quando as demais possibilidades se esgotarem.

As atividades inclusivas com aproveitamento das diferenças, na visão de Pacheco (2007) e Camargo (2008), constituem grande passo para a aprendizagem de alunos com cegueira ou baixa visão. Mesmo com adaptações para alunos em fase de perda da visão e para alunos videntes ajudarem os alunos cegos no decorrer da aula, o material desenvolvido nunca seria cabível em uma sala de aula sem alunos com deficiência visual.

Atividades que possibilitam alcançar essas diferenças e particularidades, constituem faces complementares do processo de inclusão escolar nas salas de aula regulares. A “dosagem” de cada será de acordo com cada caso específico, no decorrer do ano letivo, levando em consideração as necessidades apresentadas pelos alunos, todos.

Quando existe a presença de um aluno com deficiência visual em sala de aula regular, onde a aula base envolva uma estrutura empírica da linguagem audiovisual interdependente, esta deve ser completamente modificada, de modo a permitir a participação plena desse aluno, ainda existindo variações, conforme o problema de visão apresentado. Tais adaptações, necessitam do empenho e esforço do professor e necessitam de tempo dentro e fora de sala de aula. Observou-se ser relativamente comum, nas instituições onde tive o prazer de trabalhar com alunos que apresentem esse tipo de deficiência, o pedido de que os professores usassem uma linguagem verbal mais descritiva, ou seja a utilização mais da fala que da própria escrita, em sala de aula quando houvesse presença de alunos com deficiência visual. Atualmente, essa necessidade pode ser mais precisa ao se identificar exatamente quais relações sensoriais são envolvidas, considerando as categorias de linguagem propostas por Camargo. Pois segundo (CAMARGO 2012, p.47) uma delas é a estrutura empírica da linguagem audiovisual, cujo veículo da informação (estrutura empírica) depende do somatório (interdependente) entre os meios auditivos e visuais.

A mudança na rotina do professor, fazendo com que o mesmo saia de sua zona de conforto pelo novo desafio, pode levá-lo a desejar a ausência do aluno cujas necessidades educacionais diferem daquelas de suas práticas usuais. De um modo geral, quase todas as escolas que possuem alunos com deficiência visual e alunos videntes na mesma sala, o professor busca fazer alguma adaptação de recurso e mantém a aula para os demais alunos, numa modalidade denominada por Camargo (2012, p89), de 40 +1. Isso ocasiona duas aulas diferentes, o que impacta negativamente na qualidade da aula para todos os alunos. Esse tipo de prática faz o aluno com deficiência visual parecer alguém que está atrapalhando a aprendizagem de toda a classe.

Uma metodologia que possibilite a diversificação da percepção, independentemente da presença de alunos com alguma deficiência na classe, permite ao professor receber um aluno com deficiência, ministrando a mesma aula para todos. Possibilitando ao reunir alunos diferentes para juntos aprenderem entre todos.

#### 4.4 A SEQUÊNCIA DE ENSINO

O objetivo fundamental de se apresentar uma sequência de ensino neste momento, tomando como princípio as relações aluno-conhecimento mediadas pelos materiais didáticos e procedimentos utilizados nas atividades aqui observadas.

Vale salientar que os estudantes já possuem conceitos próprios sobre eventos Físicos. Outro fato conhecido, refere-se a forma progressiva apresentada no manuseio dos objetos, onde além da visão deveremos utilizar o sentido tátil. Com base nisso, o primeiro encontro foi desenvolvido na intenção de contemplar todas as características possíveis e desta forma, através dos diálogos e da apresentação de alguns materiais, podemos verificar as pré-concepções e as especificidades no manuseio e reconhecimento tátil dos estudantes. Ao longo do caminho de preparação deste ensaio, observei a necessidade em propiciar, no início de cada encontro, um tempo específico para o reconhecimento progressivo dos elementos das atividades, que são os modelos táteis. Para tanto, a alternativa encontrada foi projetar os equipamentos para serem desmontáveis, permitindo que os próprios estudantes os construíssem, no intuito de que, deste modo, fosse possível oferecer condições para que tivessem uma boa noção do material em suas mãos.

Os encontros foram divididos e nomeados por momentos, sendo estes descritos de forma a seguir a sequência dos conceitos a serem abordados com ênfase em cada passo de ação. Aqui são apresentados alguns dos materiais e conjuntos táteis experimentais utilizados e desenvolvidos para as atividades, porém, um maior detalhamento destes, será realizado posteriormente. A expectativa ao final dos encontros foi de proporcionar, aos alunos, condições para que definissem os conceitos que pudessem envolver a corrente elétrica como o movimento ordenado dos elétrons em um circuito, resultante da aplicação de uma diferença de potencial elétrica. Podendo ainda, estabelecer uma relação de proporcionalidade existente entre o fenômeno da resistência elétrica, da diferença de potencial e a corrente elétrica, relacionando-os com eventos do seu cotidiano, auxiliando assim na contextualização dos fenômenos físicos trabalhados, a fim de que conseguissem distinguir os benefícios e malefícios que tais fenômenos podem acarretar em sua vida. Os nomes dos sujeitos desta pesquisa serão preservados e substituídos por codinomes.

#### **4.4.1 Primeiro Encontro: Primeiras Concepções (conjuntos táteis experimentais)**

O encontro foi realizado no dia vinte e sete de abril de 2022 com duração de cinquenta minutos. O primeiro objetivo foi estabelecer uma conversa para saber quais as pré-concepções dos estudantes, através da aplicação de um teste prévio sobre os assuntos vinculados com o tema Eletricidade. Com base nestes dados foi possível ter uma noção do grau de complexidade que se deve partir, a fim de minimizar situações que gerassem dúvidas provenientes do distanciamento existente entre o assunto estudado e os conhecimentos que os alunos tinham. Um segundo objetivo consistiu em realizar algumas atividades concretas, com a finalidade de observar as dificuldades encontradas pelos alunos em manusear os materiais. Desta forma, foi possível perceber mais precisamente a interação com as atividades.

O conjunto tátil experimental deste encontro era composto por uma representação em alto relevo de um elétron e a representação de um circuito elétrico simples. Foi motivada uma conversa entre os alunos, com o objetivo de saber quais as concepções e dúvidas existentes, acerca dos fenômenos elétricos. Neste momento foram direcionados ao educandos algumas perguntas para assuntos referentes aos materiais utilizados nos circuitos elétricos, condutores e isolantes, solicitando aos estudantes que citassem exemplos destes materiais. Assim seria possível avaliar o conhecimento que os alunos possuíam em relação a estes materiais, e desta maneira, determinar qual importância deveria ser despendida à este assunto.

Foi conversado com a turma a definição dos conceitos abordados nos conjuntos táteis experimentais, permitindo a todos os alunos que manipulem e possibilitando através do reconhecimento tátil dos materiais. Após a assimilação da representação feita por todos foi explicado a toda a turma as condições para que exista a corrente elétrica.

#### **4.4.2 Segundo Encontro: Carga elétrica, Condutores e Isolantes**

O encontro foi realizado no dia quatro de maio de 2022 com duração de uma hora. O objetivo deste encontro foi abordar assuntos relacionados a carga elétrica, aos processos de eletrização da carga elétrica e também aos materiais condutores e isolantes, a fim de se verificar até que ponto os alunos conseguiam identificar, por meio do tato, os diferentes elementos apresentados, que estão de acordo com os conceitos de cada material. O conjuntos tátil experimental continha um esboço da estrutura dos materiais conceituados como condutores e isolantes.

Propôs-se aos alunos que se organizassem em grupos, a fim de favorecer a discussão em pequenos grupos sobre os conceitos já abordados, logo após foi pedido aos alunos que os manipulassem e a descreverem os materiais do conjunto tátil experimental. Em seguida, solicitou-se que os alunos manuseassem os modelos representativos dos materiais em condutores e isolantes. Podendo verificar se as dificuldades provindas desta classificação resultam da não identificação do material, em virtude das dificuldades na aquisição tátil dos dados, ou do desconhecimento sobre o que tal material representava.

Em seguida foi permitido aos alunos que socializassem a turma os conceitos adquiridos por cada um, tomando como referência tudo o que já havia trabalhado com eles, finalizando esta etapa com as correções sobre os conceitos sobre eletricidade abordados pelos alunos.

#### **4.4.3 Terceiro Encontro: Conceito de Força elétrica e Campo elétrico.**

O encontro foi realizado no dia doze de maio de 2022 com duração de uma hora. O objetivo deste encontro foi abordar assuntos relacionados ao princípio da força elétrica e do campo elétrico, sempre buscando facilitar o processo de aprendizagem através da associação dos conceitos científicos com a assimilação tátil proposta pelos modelos criados.

No momento inicial foi debatido sobre os conceitos abordados no momento anterior, em seguida foi pedido aos alunos manuseassem os modelos representativos dos conceitos que seriam abordados, a Força Elétrica e o Campo Elétrico, após foi iniciada a explanação de cada conceito, de acordo com cada modelo proposto para eles.

Durante esse momento foi conceituado os princípios da Força Elétrica e do Campo Elétrico, como também as condições que quantificam cada um.

#### **4.4.4 Quarto Encontro: Corrente Elétrica e Resistência**

O encontro foi realizado no dia dezenove de maio de 2022, com duração de uma hora. O objetivo deste encontro foi aprofundar os conceitos iniciais dos educandos sobre a corrente elétrica, a resistência elétrica e os circuitos elétricos, durante este momento utilizaremos o reconhecimento tátil dos materiais. O primeiro momento deste encontro foi destinado a realizar uma revisão dos conceitos abordados nos encontros anteriores com a finalidade de reforçar a aprendizagem dos educandos.

O segundo momento deste encontro foi apresentado a todos o modelo tátil sobre o conceito de corrente elétrica, sendo em seguida questionado a compreensão a qual eles tinham a respeito daquele modelo, para finalizar esse ponto, foi explanado a todos os conceitos fundamentais que envolvam a corrente elétrica.

No terceiro momento deste encontro foi apresentado um modelo tátil de um circuito elétrico que relaciona os conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica. Sendo em seguida questionado a compreensão que tinham a respeito daquele modelo, para finalizar esse ponto, foi explanado a todos os conceitos fundamentais a respeito dos temas abordados.

Para a última etapa deste encontro, utilizamos as representações já abordadas anteriormente para aprofundar os conceitos corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica, com a finalidade de conceituarmos a potência elétrica e a energia elétrica, buscando relacionar com o cotidiano de cada um deles, aproveitou-se este momento para construir concretamente a relação matemática entre os conceitos abordados, estabelecendo a proporcionalidade entre as grandezas.

#### **4.4.5 Quinto Encontro: Tipos de Circuitos em Série e Paralelo**

Momento realizado no dia vinte e seis de maio de 2022, com duração de uma hora e trinta minutos, este momento tem por finalidade mostrar a diferença entre os tipos de circuitos, em série e em paralelo. O momento inicial deste encontro foi destinado a realizar um reforço dos conceitos abordados anteriormente, em seguida foi apresentado a todos o modelo tátil experimental descrevendo dois tipos de circuitos e foi pedido aos educandos que procurassem diferenciá-los conforme os conceitos já abordados.

No momento posterior deste encontro foi explanado a todos os conceitos fundamentais que envolvam os dois tipos de circuitos, focando mais nos conceitos que nas expressões matemáticas.

#### **4.4.6 Sexto Encontro: Verificando a aprendizagem e a eficiência do emprego dos modelos de táteis utilizados em todos os momentos anteriores**

Momento realizado no dia dois de junho de 2022, com duração de uma hora e trinta minutos. O objetivo deste momento foi poder verificar se o modelo proposto pode levar aos educandos uma compreensão melhor dos conceitos abordados. Durante este momento os educandos tiveram os olhos vendados e foi pedido a todos que manusessem os modelos táteis e identificassem cada um deles. Ao final deste momento realizado com toda a turma, foi aplicado um formulário de avaliação da metodologia usada durante as aulas. Os resultados de toda essa intervenção pedagógica, encontros em sala de aula e atendimentos extra-aulas, são apresentados e discutidos na próxima sessão.

## **CAPÍTULO 5**

### **DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA SEGUIDA**

#### **5.1 INTRODUÇÃO**

Este trabalho foi desenvolvido como uma pesquisa metodológica de abordagem qualitativa que, segundo relatado por Minayo (1994).

“trabalha com significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis” Minayo (1994, p. 21).

Visto que a referida pesquisa visa compreender um fenômeno social, em termos dos significados que as pessoas a eles conferem através da abordagem que está na observação, compreensão e interpretação do objeto de estudo.

É sugerido que a metodologia da didática multissensorial possa ser introduzida junto da explicação do conteúdo a ser explanado, por abordar de forma igualitária tanto para alunos com e sem deficiência visual, através de seus benefícios tanto quantitativos (aumento de pessoas com possibilidades reais de perceber informações científicas) quanto qualitativos (o aumento da quantidade de informações recebidas, contribui para a formação de conceitos com significados mais complexos). Dentro desta concepção esta metodologia deixa de ser um elemento estritamente visual, proporcionando uma captação do maior número de informações através de todos os sentidos que um indivíduo possa pôr em funcionamento.

#### **5.2 CONFECÇÃO DOS MATERIAIS TÁTEIS**

O material foi preparado buscando com o objetivo de proporcionar a cada educando um sentido concreto do conceito a qual estamos abordando, a carga elétrica foi representado em alto relevo através de uma combinação de barbante de sisal com E.V.A, onde a eletrosfera foi materializada pelo barbante e os demais elementos que forma a estrutura do elétron foi produzido a partir do E.V.A. Os alunos que não apresentavam deficiência visual buscavam a compreensão do conceito abordado através da assimilação visual, auditiva e tátil, já os alunos deficientes, tal assimilação era feita através do tato e da sua audição, possibilitando a todos uma maior atenção ao momento.

O Produto Educacional foi realizado tomando como parâmetros duas vertentes, a elaboração de um material didático para uso das habilidades táteis visuais e sua aplicação para alunos videntes e não videntes, em uma turma do terceiro ano do ensino médio regular. Em virtude da necessidade, as pessoas possuem deficiência visual, acabam desenvolvendo uma maior habilidade para os seus outros sentidos quando os mesmos acabam sendo estimulados; em virtude disso, está sendo proposto um material didático no qual alunos com esse tipo de deficiência pudessem manuseá-lo, fazendo uso do tato, e também sendo utilizado outro sentido (exceto o da visão), sendo usado com o propósito de auxiliar na demonstração do conteúdo da eletricidade, para que esses alunos com deficiência tenham maior inclusão no ensino regular de Física. Como o material didático produzido é de baixo custo e simples de ser reproduzido, não são necessários muitos recursos para que possa ser feita a realização do mesmo.

A origem deste trabalho tem justamente devido às dificuldades encontradas na minha vivência profissional ao ministrar aulas de física, em turmas com a educandos que possuem deficiência visual em uma turma de ensino regular.

Para a confecção do material didático tátil e visual desenvolvido para o estudo da Eletricidade, foram utilizados os materiais listados abaixo, e que não apresentam nenhum risco para todos os alunos - cegos, videntes - e para os professores que venham utilizá-lo:

Placas de isopor de 1m x 0,50m de 15mm de espessura.

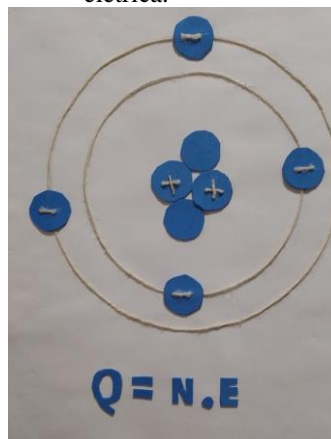
- Papel 40 kg.
- Papel A4.
- Folhas de Cartolina Brancas.
- Cola branca para Isopor.
- Fio barbante de sisal.
- Palitos para espeto.
- Folha de EVA nas cores Azul e Preta( poderia ser em qualquer tonalidade ou espessura).
- Régua.
- Tesoura.
- Lápis
- Caneta
- Moedas e Tampas para fazer os Círculos.

As maquetes táteis e visuais confeccionadas seguem um padrão, onde a base é feita de com folhas de isopor, recoberta por folhas de cartolina, e sobre essa base são colados os elementos que abordam os assuntos de Eletricidade trabalhados em sala.

### 5.2.1 Materiais táteis para identificação e quantificação de cargas elétricas

Um átomo (a Carga Elétrica): A representação das partículas prótons, elétrons e nêutrons), são feitas através de círculos de E.V.A, com a representação do sinal da carga em barbante (prótons, elétrons) e sem a representação da carga (nêutrons). A eletrosfera foi representada por círculos concêntricos feitos com barbante de sisal. Os nomes feitos em alto relevo foram produzidos em papel 40 kg colados em folhas de E.V.A. Este modelo, que é mostrado na Figura 1, teve por objetivo através o modelo atômico, caracterizar e conceituar o modelo de carga elétrica, como também descrever a quantização da carga elétrica.

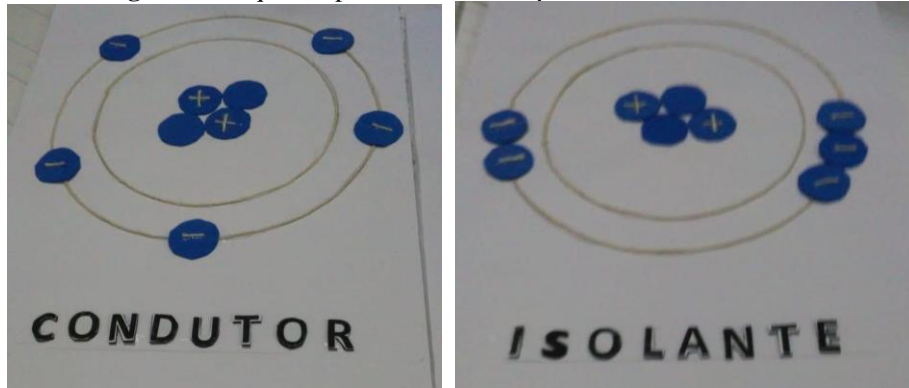
**Figura 1.** Maquete representativa de uma carga através de uma Átomo e da quantização da carga elétrica.



Fonte: Próprio Autor

A representação conceitual de condutores e isolantes foi feita a partir da representação das partículas (prótons, elétrons e nêutrons) são feitas através de círculos de E.V.A, com a representação do sinal da carga em barbante( prótons, elétrons) e sem a representação da carga (nêutrons). A eletrosfera foi representada por círculos concêntricos feitos com barbante de sisal. Os nomes feitos em alto relevo foram produzidos em papel 40 kg colados em folhas de E.V.A. Para os condutores as cargas negativas ficam distribuídas (espalhadas) em toda a sua estrutura. Já para os isolantes as cargas negativas ficam restritas a regiões específicas. Através deste modelos, que são mostrados na Figura 2, podemos trabalhar o conceito de materiais condutores e isolantes.

**Figura 2.** Maquete representativa de corpos condutores e isolantes.

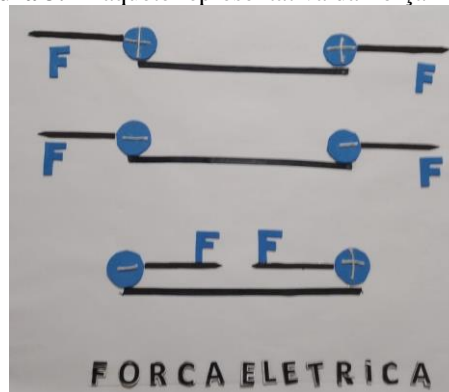


Fonte: Próprio Autor

### 5.2.2 Materiais táteis para identificação de força elétrica e campo elétrico

A representação das partículas eletrizadas positivamente e ou negativamente são feitas através de círculos de E.V.A, a representação do sinal da carga em barbante (carga positiva e ou negativa), o vetor que indica a direção e o sentido da força elétrica foram feitos em E.V.A, assim como a linha que determina a distância entre as cargas. Os nomes feitos em alto relevo foram produzidos em papel 40 kg colados em folhas de E.V.A., conforme visto em Figura 3.

**Figura 3.** Maquete representativa da Força Elétrica



Fonte: Próprio Autor

A representação das partículas eletrizadas positivamente e ou negativamente são feitas através de círculos de E.V.A, a representação do sinal da carga em barbante e (carga positiva e ou negativa), dos vetores que orientam os campos elétricos em E.V.A e os nomes feitos em alto relevo foram produzidos em papel 40 kg colados em folhas de E.V.A. Com a representação contida neste modelo didático táteis (Figura 4) os conceitos de força elétrica e campo elétrico podem ser descritos de forma menos abstrata.

**Figura 4.** Maquete representativa do Campo Elétrico.

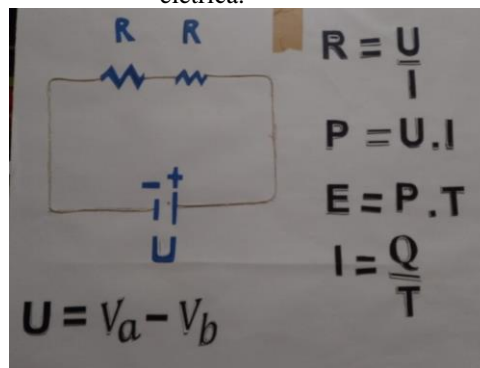


Fonte: Próprio Autor

### 5.2.3 Materiais táteis de circuitos elétricos

A representação dos fios condutores foi feita através de barbantes de sisal, a representação dos resistores foi feita em E.V.A, assim como a representação da diferença de potencial, a qual os condutores são submetidos, As letras das equações dos conceitos físicos feitos em alto relevo foram produzidas em papel 40 kg colados em folhas de E.V.A. Com o modelo proposto (Figura 5), foi possível descrever os conceitos sobre corrente elétrica, resistência potência e energia elétrica, estabelecendo as relações matemáticas existentes entre eles (Figura 6).

**Figura 5.** Maquete representativa de um circuito elétrico fechado e as equações que representam as definições de corrente elétrica, resistência elétrica, a potência elétrica, a diferença de potencial elétrica e a energia elétrica.



Fonte: Próprio Autor

**figura 6.** Aluno com deficiência visual utilizando o tato para compreender a estrutura de um circuito elétrico, bem como os conceitos fundamentais existentes.



Fonte: Próprio Autor

### 5.3 APLICAÇÃO DO MATERIAL DIDÁTICO DO PRODUTO EDUCACIONAL

A aplicação deste produto foi realizada em uma escola pública estadual de ensino médio do município de Iguatu-Ce, pois possui alunos com deficiência visual matriculados, como também possuem alunos com outros tipos de deficiências. Sendo assim, a pesquisa foi realizada em uma turma do terceiro ano do ensino médio regular, em que participaram do projeto um aluno com deficiência visual e os outros alunos videntes do referido ano, matriculados regularmente na escola pública estadual. Os nomes e as imagens de todos os alunos foram preservados. O aluno com deficiência visual é portador de cegueira total desde o nascimento, devido a um problema congênito e cursa o terceiro ano do ensino médio.

Foram realizados quatro encontros semanais, com duração entre uma hora e meia e duas horas, encontros estes que ocorreram durante o mês de maio de 2022, com a presença da estudante com deficiência visual, e dos demais alunos videntes, totalizando 40 alunos. Nestes encontros foram abordados alguns conteúdos de Física, especificamente de Eletricidade, que fazem parte da grade curricular do primeiro semestre da rede pública do Estado do Ceará. Foram elaborados materiais utilizados como referenciais táteis que auxiliaram no desenvolvimento da aula. Os instrumentos de coleta de dados, as aulas foram registradas em fotos; também foram realizadas conversas com o aluno com deficiência visual e com os demais

alunos videntes, com algumas perguntas relacionadas à ao conteúdo abordado e também a metodologia aplicada.

Para a aplicação do material didático, para os alunos videntes, e não videntes, do terceiro ano do ensino médio, foram necessários seis encontros com duração entre uma hora e duas horas, como mostrado na estrutura esquematizada a seguir.

### **Aula 1: Primeiras Concepções ( Análise dos conhecimentos prévios dos alunos)**

Este momento foi destinado a realizar uma análise dos conhecimentos prévios dos educandos, pois em virtude do acontecimento da pandemia da Covid-19 muitos destes alunos não tiveram condições nenhuma de participarem de algum tipo de aula remota de forma síncrona ou assíncrona, logo os conhecimentos científicos adquiridos por muitos estavam a quem da série que os menos estão cursando. Esta análise foi realizada através de um questionário que resolvi chamar de teste prévio, que possuía temas relacionados ao conceito de Eletricidade, sempre abordando expressões do cotidiano. Após a tentativa de resolução do teste de conhecimento prévio realizei um detalhamento da metodologia que seria trabalhada com toda a turma.

#### Teste Prévio

1 Em uma residência, para as lâmpadas receberem a mesma tensão, como elas deverão ser ligadas?

---

---

---

2 Qual o conceito de corrente alternada?

---

---

---

3 Em certa região do estado do Rio Grande do Sul a tensão elétrica nas residências é de 220V, mas fui presenteado com um equipamento elétrico que indicava em suas especificações, a tensão de 110V. Qual o procedimento para colocar o aparelho em funcionamento e não danificá-lo?

---

---

---

4 O que é um campo elétrico?

---

---

---

5 Ao passar por um condutor uma corrente elétrica, cria em torno deste:

---

---

---

6 Qual o conceito físico de potência elétrica e sua unidade de medida?

---

---

---

7 Como é chamada a oposição que os materiais oferecem à passagem da corrente elétrica?

---

---

---

8 Qual o conceito de corrente elétrica e qual a sua unidade de medida?

---

---

---

9 Como é calculada a energia elétrica consumida nas nossas residências?

---

---

---

10 Sabendo-se que 1 kWh custa R\$ 0,50, pode-se afirmar que o custo da energia elétrica consumida por uma lâmpada de potência igual a 60 W acesa durante 12 h por dia, num mês de 30 dias, é: Calcular o custo do consumo de energia elétrica.

### **Aula 02: Segundo Encontro: Carga elétrica, Condutores e Isolantes**

Nesta segunda aula com o auxílio do material didático tátil desenvolvido para que os alunos videntes e, principalmente, o aluno não vidente, tivessem oportunidade de ter contato visual ou tátil com o material didático, em virtude disso foram produzidos vários materiais contendo a mesma informação, de modo que um ficasse com o aluno não vidente e os demais com o restante da turma. Os assuntos abordados durante este momento foram a carga elétrica, a quantização da carga elétrica e as definições de condutores e isolantes.

### **Aula 03: Terceiro Encontro: Conceito de Força elétrica e Campo elétrico.**

Durante este momento com a dinâmica de primeiro utilizar os modelos didáticos para buscar uma compreensão inicial e em seguida complementar com a parte teórica sobre os assuntos abordados, durante este momento foi trabalhado as noções de força elétrica e campo elétrico.

#### **Aula 04: Quarto Encontro: Corrente Elétrica, Resistência, Energia elétrica e Potência elétrica.**

Durante este momento foi apresentado os modelos didáticos para que os alunos buscassem a sua compreensão inicial e em seguida a explicação dos conceitos é aplicada a toda a turma.

#### **Aula 05: Quinto Encontro: Tipos de Circuitos em Série e Paralelo.**

Durante este momento foi aplicado o material didático sobre o tema e em seguida explanado os conceitos, a dinâmica utilizada continuou sendo estabelecer uma relação entre o modelo didático com a explicação dos conceitos envolvidos.

#### **Aula 06: Sexto Encontro: Verificando a aprendizagem e a eficiência do modelo tátil.**

A última etapa da sequência de ensino foi destinada a realização de uma dinâmica com toda a sala, os alunos videntes tiveram seus olhos vendados e foi pedido aos alunos que usando o tato buscassem compreender as representações existentes nos modelos didáticos táteis. Durante este momento pude observar que o aluno que apresenta deficiência visual apresentava uma sensibilidade maior aos modelos didáticos, quando comparado com os alunos que não possuíam a deficiência em questão, isso ocorreu pelo simples fato dos alunos ditos cegos, já utilizarem o tato para compreensão do meio que está em sua volta. Durante este momento foram utilizados todos os modelos construídos.

## **CAPÍTULO 6**

### **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Aqui apresentamos e discutimos, à luz do referencial teórico de Camargo, os resultados da intervenção pedagógica descrita anteriormente. Para isso, inicialmente, apresentamos os dados obtidos com a observação ao longo da explanação do tema e emprego do produto educacional. Pude observar através do teste prévio aplicado para toda a turma que o nível de conhecimento científico dos discentes sobre o assunto abordado era muito baixo, e para alguns quase nenhum. Também observei que todos os alunos apresentaram muitas dificuldades para responder os questionamentos da pesquisa.

Tanto a sequência, detalhada neste capítulo, quanto os modelos táteis serviram para adequar os conceitos científicos às necessidades de cada educando, visto que os alunos videntes se utilizavam de todos os seus sentidos para conseguir compreender o que estava sendo explanado para eles, enquanto o aluno com deficiência visual, utilizava-se do tato, para materializar os conceitos abstratos que estavam sendo abordados durante as aulas.

#### **6.1 OBSERVAÇÃO DURANTE A EXPLICAÇÃO DO CONTEÚDO E APLICAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL**

Os nomes dos sujeitos desta pesquisa foram preservados e substituídos por codinomes. O aluno que possui deficiência visual foi identificado pelo codinome ACDV, Os demais alunos serão identificados pelo codinome ASDV. Cada encontro foi trabalhado em três partes: preparo, execução e análise. O primeiro momento destinou-se a introduzir os conceitos iniciais, o segundo momento, utilizando-se dos modelos táteis para todos os educandos, teve por objetivo proporcionar uma melhor assimilação dos conceitos, onde os mesmo eram instigados a relacionarem o primeiro momento com o segundo momento e a terceira parte, era sempre destinada fazer as correções necessárias quando surgiam.

Durante a aplicação do ensaio, ficou evidente que os modelos táteis desenvolvidos demonstraram-se eficientes frente às necessidades da realidade educacional proposta, pois segundo Camargo

Na aprendizagem o significado de um determinado conteúdo surge da interação entre o conhecimento prévio e os novos conhecimentos, e esse significado pode ser correto do ponto de vista científico ou não, o que implica concluir que aprender significativamente um determinado conteúdo, não representa necessariamente aprender corretamente, de acordo com um determinado referencial, esse conteúdo. Em outras palavras, verificou-se que os equipamentos contemplaram a assimilação dos conceitos ( CAMARGO, 2005, P 235).

No entanto, para o processo de ensino e aprendizagem inclusiva, onde há alunos com e sem deficiência visual, haverá limitações tanto no tempo despendido para o reconhecimento do modelos, mas tornou-se eficiente na capacidade de proporcionar novos pensamentos direcionados para as soluções do questionamento que os educandos apresentaram.

Cada encontro, realizado semanalmente com duração entre uma hora e uma hora e meia, teve como idéia principal estabelecer um elo entre a parte conceitual e os conteúdos com base na realidade de cada aluno, estando sempre em conformidade com o que orienta a (BNCC 2018, p 341), explorando fenômenos da vida cotidiana que evidenciem propriedades físicas dos materiais – como densidade, condutibilidade térmica e elétrica, de forma sempre a situar-se com o cotidiano do estudante.

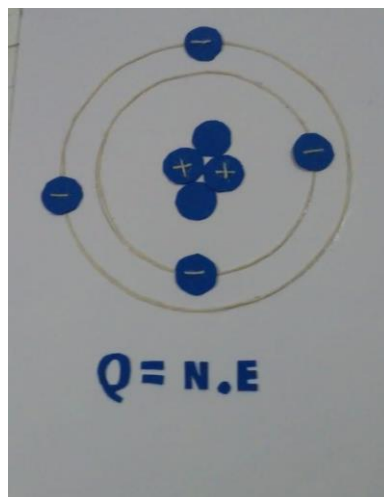
Inicialmente foi abordado o tema de materiais condutores e isolantes de eletricidade, aplicando os materiais táteis para identificação e quantificação de cargas elétricas (Figuras 7 e 8).

**Figura 7.** Apresentação do modelo didático tátil aos alunos da 3º serie do ensino médio de uma escola localizada no distrito de José de Alencar em Iguatu-Ce. Aluno com deficiência visual utilizando o tato para compreender a estrutura de uma átomo(Carga Elétrica) e a representação conceitual de materiais condutores e isolantes através da distribuição dos portadores de carga na sua estrutura.



Fonte: Autor

**Figura 8.** Representação de um corpo eletrizado com cargas positivas e negativas com a finalidade de conceituar a quantização da carga elétrica, através do produto entre a diferença existente entre as quantidade de eletrons e protons com a carga elementar.



Fonte: Autor

Durante este primeiro contato, houveram algumas controvérsias a respeito dos conceitos sobre a carga elétrica e os materiais condutores e isolantes e da representação proposta nas atividades, oportunizando o surgimento de um debate entre os estudantes. A seguir, um trecho que retrata o momento em que um aluno pergunta sobre de que são formados os elementos que constituem os prótons, elétrons e nêutrons e em seguida inicia uma discussão sobre a representação adotada no modelo.

**ASDV1:** Porque os elétrons e prótons tem carga e os nêutrons não tem?

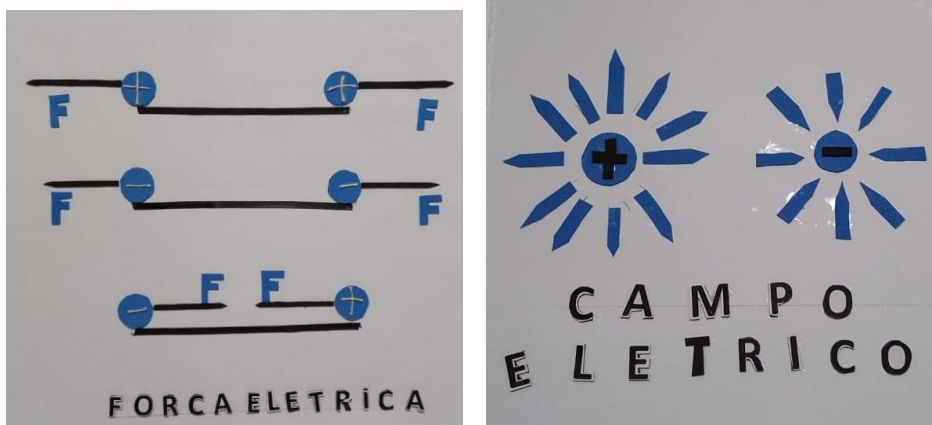
**ASDV2:** O que faz os elétrons girar em volta no próton?

**ACDV:** Como é medida o valor da carga ?

O surgimento das indagações mostra que os educandos estavam buscando compreender os conceitos abordados e que cada questionamento foi explanado buscando sanar as dúvidas de cada um.

Durante a aplicação do teste momento, pudemos observar que boa parte dos alunos apresentavam um bom nível de atenção e de participação, que às vezes eram quebrados em virtude de alguns contextos existente devido a inquietação de um dos educandos que apresentem deficiência intelectual, mas que rapidamente retornamos ao ponto ideal para continuarmos a aula. Os modelos usados para conceituar e materializar os fenômenos da Força Elétrica e o Campo Elétrico (Figura 9) foram bastante absorvidos por todos os alunos e tanto os educandos sem deficiência visual e com deficiência visual manipularam os modelos de forma simultânea.

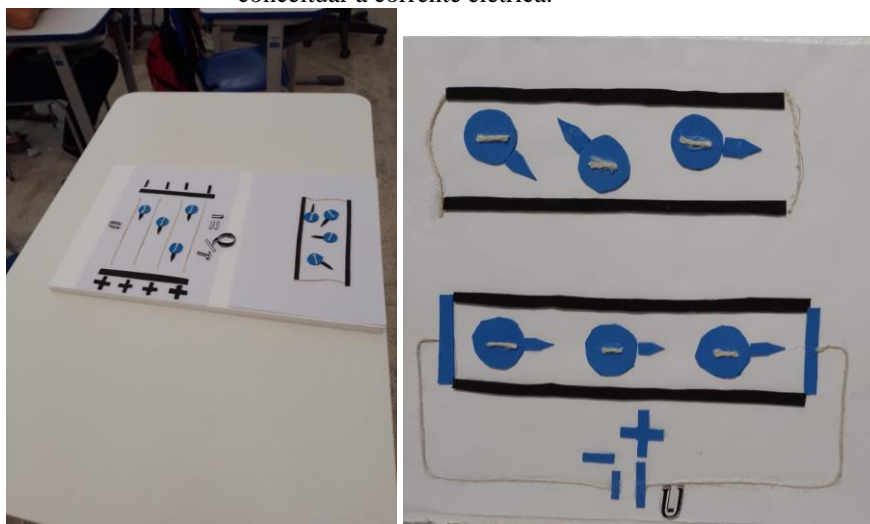
**Figura 9.** Modelos didáticos táteis que representam os conceitos vetoriais de força elétrica e de campo elétrico



Fonte: Autor

Ao chegarmos ao quarto momento pudemos observar um certo nível de ansiedade em alguns alunos para começarmos as nossas atividades, que durante este momento foram abordadas os conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica. Foi apresentado ao grupo de alunos o modelo tátil para identificação da direção da carga elétrica na ausência e presença de uma diferença de potencial elétrico (Figura 10).

**Figura 10.** Representação em alto relevo do comportamento dos portadores de carga em uma condutor sem a atuação de uma diferença de potencial e com a atuação de uma diferença de potencial. Tem por finalidade a conceituar a corrente elétrica.



Fonte: Autor

Em seguida foi pedido à turma que identificassem as diferenças existentes e o que estava causando a distinção nas representações. Durante este momento houve um silêncio geral na turma, ocasionado talvez pelo não conhecimento ou receio de responder de forma errada, mas alguns responderam da seguinte forma:

**ASDV1:** as representações dos elétrons eram diferentes, mas não sabia o porquê!

**ASDV2:** falou que a figura inferior tinham uns fios ligado a representação

Neste momento foi perguntado ao aluno cego se ele havia percebido alguma diferença e o mesmo falou que a diferença seria devido aos fios ligados, mas não sabia explicar.

Em seguida foi explanado os conceitos existentes nas representações táteis objetivando melhorar a compreensão dos conceitos aos educandos. Neste momento pude observar que ao mesclar as representações multissensoriais com a conversa em seguida sobre os conceitos os alunos, conseguiram absorver melhor os conceitos apresentados.

Durante esta etapa foram trabalhados os modelos táteis de circuitos elétricos, e as relações entre Resistência Elétrica, Corrente Elétrica e Diferença de Potencial Elétrico (Figura 11).

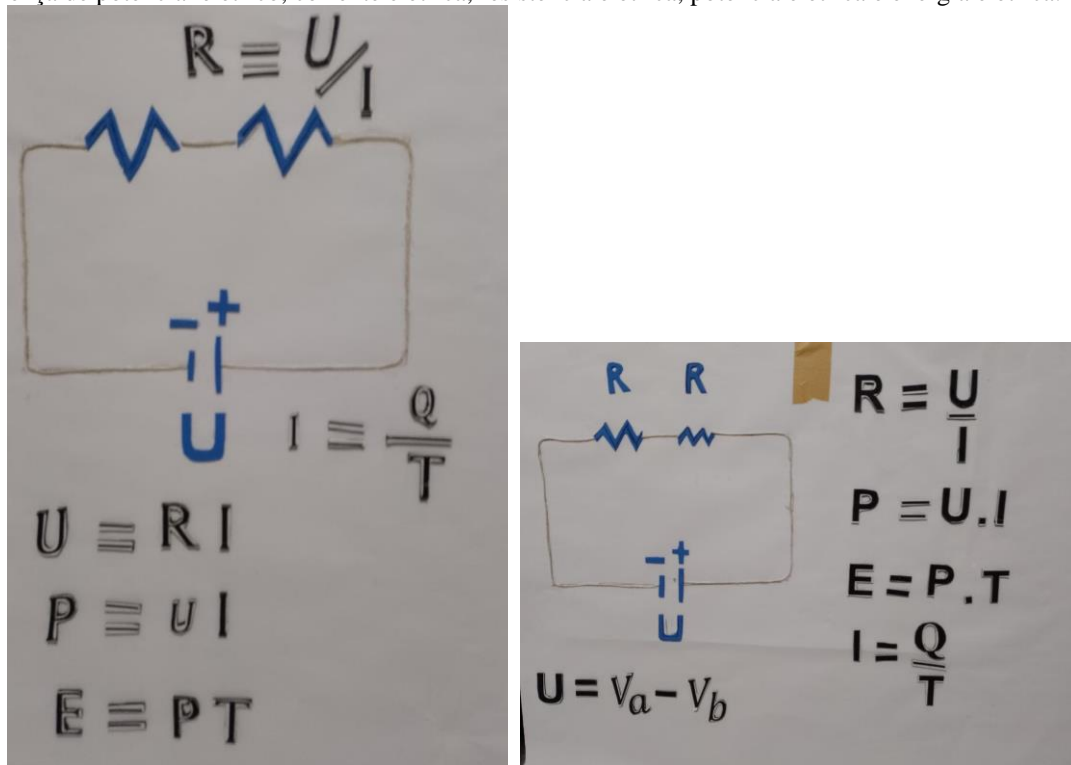
**Figura 11.** Aluno com deficiência visual utilizando o tato para compreender o funcionamento de um circuito elétrico, e as relações conceituais que possam existir.



Fonte: Autor

No quinto momento foi abordado o tema circuito em série e em paralelo (Figura 12), tendo como referência os modelos táteis a seguir.

**Figura 12.** Representação do modelo tátil de um circuito elétrico, onde foram trabalhados os conceitos de diferença de potencial elétrico, corrente elétrica, resistência elétrica, potência elétrica e energia elétrica.



Fonte: Autor

Após a apresentação dos modelos e de uma breve explanação, alguns alunos apresentaram alguns questionamentos sobre o assunto abordado:

**ASDV3:** Como é calculada a energia nas nossas casas?

**ASDV4:** Porque existe a tensão de 110 V e de 220 V ?

**ASDV5:** Porque quando uma lâmpada de um enfeite de natal queima, alguma apagam?

**ASDV6:** Qual é o tipo de circuito existente nas nossas casas?

**ASDV7:** Respondeu o questionamento anterior, falando que era em paralelo pois tinha visto na sua casa que os fios ficavam um ao lado do outro.

Todos este questionamento serviram de base para o nosso debate, pude perceber que a contextualização dos assuntos estavam relacionados ao cotidiano de cada um deles e aos poucos as dúvidas foram sendo sanadas, mas sempre tentando relacionar os conceitos e as discussões com os modelos multissensoriais abordados. De todos os momentos que tive com a turma, este encontro foi o que apresentou mais interação com os educandos.

Após esse momento inicial fiz dois questionamentos à turma. O primeiro foi se em um pedaço de fio condutor, desligado de uma fonte de energia elétrica haveria corrente elétrica ?

E em seguida, qual era relação à corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica ?

Em relação ao primeiro questionamento alguns educandos responderam da seguinte forma:

**ACDV:** Falou que no condutor existiam elétrons, mas tinha dúvida com relação a corrente elétrica;

**ASDV4:** Ressaltou que a corrente elétrica estava relacionada a existência de algum forma de energia no condutor;

Já relacionado à segunda pergunta, a resposta dos educandos foi a seguinte:

**ASDV3:** Falou que a corrente elétrica era mais forte quando a diferença de potencial era mais forte;

**ASDV4:** Comentou que quanto maior for a resistência menor será a corrente elétrica.

Durante este momento foi abordado a diferença existente entre os dois tipos de circuitos, como também o cálculo da potência elétrica e da energia elétrica, momento este instigado pelo questionamento de alguns alunos.

A última etapa da sequência de ensino foi a realização de uma dinâmica com toda a turma (Figura 13), que consistia em tentar assimilar os conceitos abordados durante todo o período com a sensibilidade tátil dos educandos. A dinâmica teve como proposta a de vendar os olhos dos alunos e pedir a eles que falassem algo sobre tais modelos, após a resposta deles a venda dos olhos foi retirada e na medidas que cada educando analisava os CTExp os conceitos ali existentes eram abordados para toda a turma, sempre buscando fazer o elo entre a atividade multissensorial e os conceitos em questão. Durante este momento pude perceber que a percepção tátil dos alunos sem deficiência visual não era tão sensível quanto a do aluno que possui deficiência visual, pois os alunos que possuem deficiência visual, devido a sua prática com o braille lhe permitem uma maior sensibilidade a escrita em alto relevo. Em contrapartida o fato dos alunos que não apresentam deficiência visual poderem associar a visão da escrita em alto relevo, aos desenhos e modelos representados com o manuseio tátil, fazem com que a assimilação dos conceitos abordados seja de forma mais simples.

**Figura 13.** Alunos sem deficiência visual, mas com os olhos vendados, utilizando o tato para identificar e os conceitos representados em cada modelo didático tátil.



Fonte: Autor

Segundo dados do censo de 2021, foram contabilizadas 46,7 milhões de matrículas nas 178,4 mil escolas de educação básica no Brasil, destes 1,43 milhões apresentam algum tipo de deficiência e mais de 100 mil possuem deficiência relacionada à visão, relacionadas a baixa visão ou cegueira. É muito comum o uso equivocado, ou confuso das palavras integração e inclusão para pessoas com deficiência visual.

Entendemos que a integração pode ser realizada com ou sem a inclusão, isto é, um aluno com deficiência ao ser integrado ao sistema, este não precisa sofrer qualquer tipo de alteração. Já a inclusão atinge a integração, a pessoa passa a fazer parte do sistema, onde este passa a atender todas as necessidades desta pessoa, seja na acessibilidade física, comunicativa, de aprendizagem, etc. Uma aula só é realmente inclusiva se atender a todos os alunos ao mesmo tempo, a mesma a ser preparada deverá proporcionar uma metodologia para todos, com isso evitaremos de esta integrando e passaremos a realizar a verdadeira inclusão.

Considerando a necessidade de encontrar metodologias que possam atender às diferentes necessidades dos alunos, vejo que este trabalho conseguiu, através da Didática Multissensorial, com uma metodologia igualmente válida para alunos com e sem deficiência visual sempre buscando trazer benefícios tanto quantitativos (aumento de pessoas com possibilidades reais de perceber informações) quanto qualitativos (o aumento da quantidade de informações recebidas). O maior desafio detectado durante a aplicação desta etapa foi o de usar o relevo como parâmetro de materialização dos conceitos. Os alunos relataram nunca ter feito

isso antes, mas mostraram-se ágeis para aprender um procedimento novo em material totalmente desconhecido que com algo corriqueiro com material conhecido.

Após finalizada a dinâmica de avaliação do processo de ensino foi aplicado um questionário para todos os educandos para avaliar a metodologia proposta através da Didática Multissensorial junto com a sequência de ensino, segue abaixo a avaliação feita pelos educandos:

O Gráfico mostrado abaixo, foi gerado a partir das respostas de todos os quarenta alunos da turma para a pergunta: As aulas foram interessantes e atrativas ?

Conforme o Gráfico 1, notamos que a maioria dos sujeitos da pesquisa atribuíram que acharam interessante e atrativa a utilização dessa metodologia.



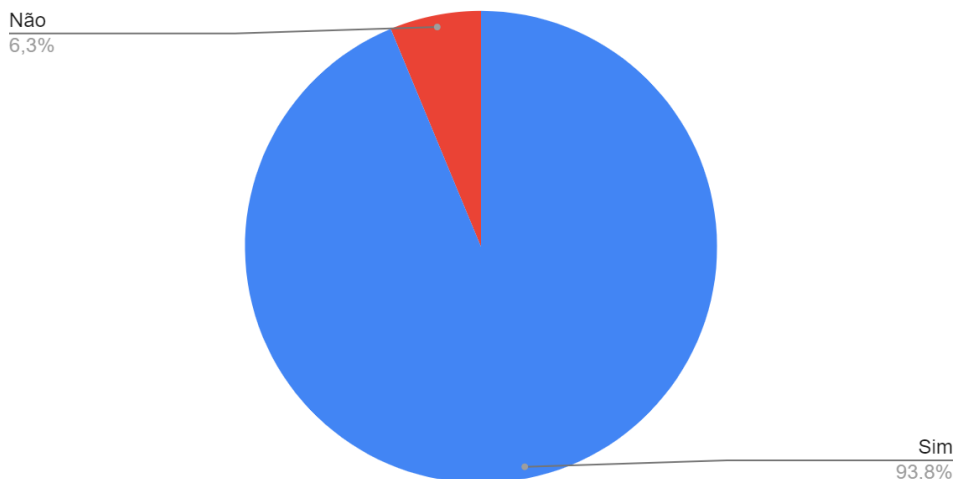
Fonte: Autor

**Gráfico 1.** Gráfico obtido a partir da avaliação realizada após a aplicação da sequência de ensino e dos modelos didáticos táteis. Onde 92,6% dos alunos responderam que as aulas foram interessantes e atrativas.

A fim de explorar mais a respeito da utilização dos materiais utilizados nesta ferramenta de aprendizagem, indagamos os estudantes sobre: Os materiais utilizados em sala de aula foram elaborados numa linguagem adequada ao meu nível de conhecimento? As respostas dos quarenta discentes para essa indagação estão presentes no Gráfico.

Os resultados do Gráfico 2 mostram que, segundo os investigados, as ferramentas utilizadas nos modelos didáticos foram úteis para que eles se interessassem pelo estudo da eletricidade .

Contagem de Os materiais de aula me estimularam ao estudo do tema:



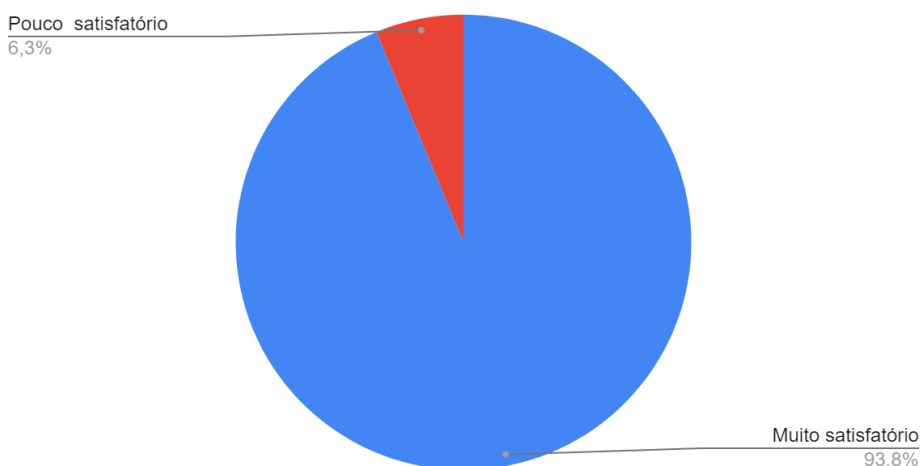
Fonte: Autor

**Gráfico 2** — Gráfico obtido a partir da avaliação realizada após a aplicação da sequência de ensino e dos modelos didáticos táteis. Onde 93,8% dos alunos responderam que a aula conseguiu estimular o estudo do tema.

O Gráfico 3 foi gerado a partir das respostas dos alunos para a pergunta: Como você alunos avaliam os modelos táteis propostos pelo professor para assimilar os conceitos de eletricidade?

Os resultados mostram que, segundo os investigados, as ferramentas utilizadas proporcionaram à maior parte dos alunos a capacidade de assimilar melhor os conceitos abordados.

Contagem de O modelo proposto pelo professor para assimilar os conceitos foi:



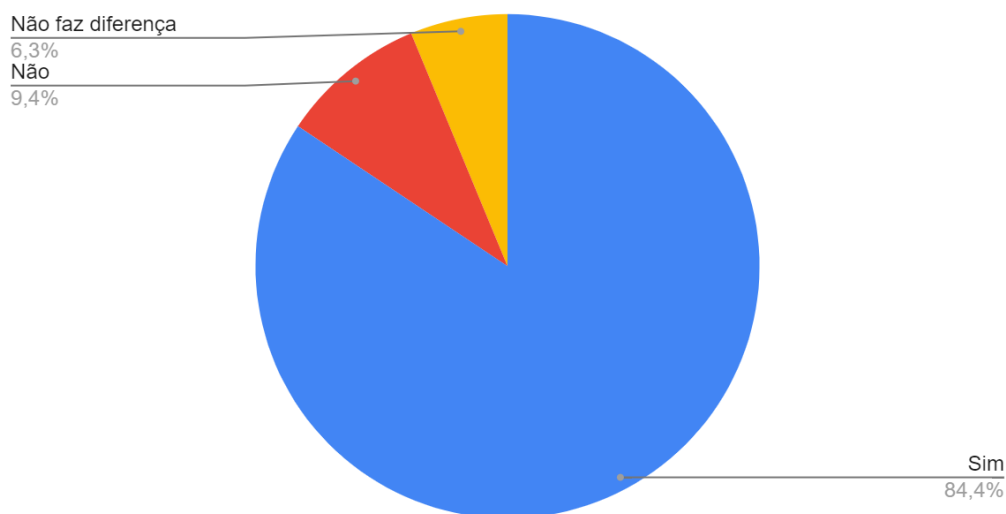
Fonte: Autor

**Gráfico 3** — Gráfico obtido a partir da avaliação realizada após a aplicação da sequência de ensino e dos modelos didáticos táteis. Onde 93,8% dos alunos responderam que o modelo que através do modelo proposto eles conseguiram assimilar os conceitos trabalhados.

O Gráfico 4 foi gerado a partir das respostas dos alunos para a pergunta: Se o modelo proposto pelo professor durante as atividades pudesse ser utilizado por professores de outras disciplinas, como matemática, biologia e química, as aulas seriam mais atrativas, de fácil compreensão?

Os resultados do Gráfico mostram que, segundo os investigados, as ferramentas utilizadas na pesquisa poderiam também ser utilizadas em outras áreas do conhecimento com a finalidade de melhorar o processo de ensino aprendizagem.

Contagem de Se o modelo proposto pelo professor durante as atividades pudesse ser utilizado por professores de outras disciplinas, como matemática, biologia e química, as aulas seriam mais atrativas, de fácil compreensão?



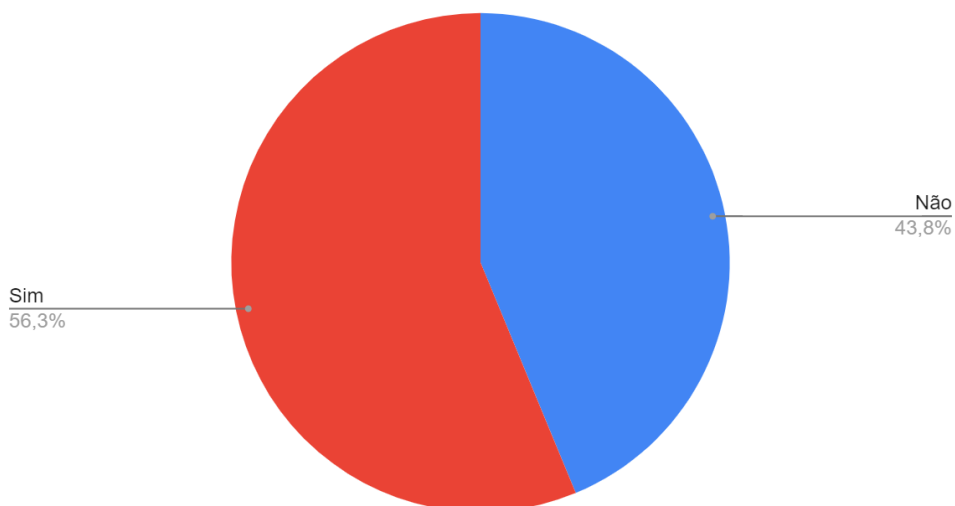
Fonte: Autor

**Gráfico 4** — Gráfico obtido a partir da avaliação realizada após a aplicação da sequência de ensino e dos modelos didáticos táteis. Onde 84,4% dos alunos responderam que o modelo trabalhado poderia ser utilizado em outras disciplinas.

O Gráfico 5 foi gerado a partir das respostas dos alunos para a pergunta: As ideias trabalhadas durante as aulas conseguiram me incentivar a buscar novos conhecimentos sobre os conceitos físicos?

Os resultados mostram que, segundo os investigados, para a grande maioria, as ideias abordadas durante o processo de pesquisa os incentivam a buscar novos conhecimentos sobre os conceitos físicos.

Contagem de As ideias trabalhadas durante as aulas me incentivam a buscar novos conhecimentos sobre os conceitos físico?



Fonte: Autor

**Gráfico 5** — Gráfico obtido a partir da avaliação realizada após a aplicação da sequência de ensino e dos modelos didáticos táteis. Onde 56,3% dos alunos responderam que as ideias trabalhadas foram capazes de incentivá-los a buscar novos conhecimentos a respeito dos assuntos abordados.

Contudo, concluímos, a partir das falas dos sujeitos da pesquisa, que esses materiais e modelos didáticos podem ser utilizados a qualquer momento do processo de ensino e aprendizagem em Física.

## **CAPÍTULO 7**

### **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Conforme discutido no início deste trabalho, constatamos, de um modo geral, que sempre privilegiam atividades voltadas para o uso da visão no ensino de Física. Tal constatação tem como referência um processo histórico de ensino, em um sistema educacional pelo qual os professores não tiveram a oportunidade de serem inserido em metodologias que pudessem contemplar alunos sem acesso a informações visuais.

Devemos mesmo questionar a validade da necessidade da percepção visual, pois existem alguns fenômenos físicos que não são visíveis e que podem apresentar obstáculos epistemológicos. Considerando a análise das aulas ministradas com a proposta de diversificação da estrutura empírica da linguagem abordada, registramos evidências de melhor aproveitamento por parte dos alunos, ao utilizar o meio tátil para puderem enxergar. O rompimento com as aulas tradicionais baseadas em linguagem de estrutura empírica audiovisual é não só possível, como indicada, dessa forma podemos e possibilitamos uma melhor inclusão de alunos com deficiência visual.

Durante as aulas foi observado que os fenômenos abordados podem ser e ter representações de linguagem de estrutura empírica tátil-visual concomitantemente com a linguagem de estrutura empírica audiovisual. A diferença de tempo em função das características dos sentidos foi superada conforme os alunos se adaptaram com as impressões de imagens em relevo. As limitações de aprendizagem dos conceitos físicos pela estrutura empírica da linguagem com origem na deficiência visual não são cabíveis no ambiente escolar, basta que as necessidades educacionais especiais possam ser respeitadas.

A proposta de diversificação de recursos e materiais com a finalidade sensorial, pretende atender às demandas de alunos com e sem deficiência visual em um mesmo ambiente de estudo. Inicialmente idealizados para alunos com deficiência, tais recursos e metodologia proporcionam diversidade na "experimentação" de representação de um fenômeno e, além de poder tornar as aulas mais interessantes, e ampliando as possibilidades para uso dos sentidos humanos para a construção de modelos mais complexos, ultrapassando os limites da visão. Espera-se que devido a diversidade de trabalhos existente possa fazer com que a multissensorialidade ou diversificação sensorial seja pensada como metodologia de interação de forma mais ampla.

A presente pesquisa foi dividida em dois grandes momentos: o ensaio piloto e a sequência de ensino. Os objetivos gerais do ensaio piloto consiste em desenvolver procedimentos metodológicos e que possibilitasse o uso de ferramentas com materiais de baixo custo a serem utilizados com alunos com e sem deficiência visual. Já a sequência, que teve como objetivo contemplar duas questões: facilitar a indução dos conceitos físicos desejados e, avaliar se os novos materiais e procedimentos metodológicos ofereceram condições de serem aplicados juntamente a alunos com e sem esta deficiência, no ensino regular.

Ao término de todo processo do ensaio observou-se que os educandos demonstraram, através de seus relatos, terem compreendido o modelo da carga elétrica, bem como os fenômenos que ela pode produzir na sua forma estática, como também na sua forma dinâmica. Também foram capazes de assimilar o conceito da corrente elétrica, assim como suas relações com a resistência elétrica e diferença de potencial elétrico. Ficou observado que as relações com o cotidiano não ficaram tão evidentes. Um outro ponto negativo foi o tempo necessário para o reconhecimento tátil e interação com os modelos tátil, foi relativamente grande,

No decorrer da seqüência, o professor procurou iniciar cada encontro a partir do que havia sido discutido no anterior, relacionando os novos conteúdos com os precedentes, visto que em virtude do processo pandemico que ainda estamos vivendo, estes educandos passaram a maior parte dos últimos dois anos sem terem nenhum contato teórico com os conceitos físicos e que os primeiros contatos com o estudo de física no presente ano se dava com a aplicação desta presente sequência de ensino.

Este procedimento, veio como alternativa a complementar, ou, pelo menos diminuir, as dificuldades de aprendizado oriundas da ausência de um estudo extra-classe. A repetição de aulas também foi efetuada, sendo de fundamental importância para a melhora da habilidade no manuseio dos modelos, repercutindo ainda em um treinamento tátil, onde exercitava-se tal sensibilidade. Outro ponto foi o fato de possibilitar a inclusão dos alunos que apresentam qualquer tipo de necessidades especiais que segundo NARDI E CAMARGO (2009):

“a inclusão contempla alguns aspectos, que são importantes para que aconteça. O primeiro é a aceitação da pessoa com deficiência no ambiente educacional, em segundo lugar a adequação do ambiente educacional às características de todos os seus participantes e por último a adequação dos participantes do ambiente às características da pessoa com deficiência” (Camargo e Nardi p.111, 2009).

Os estudantes mostraram ter compreendido os conceitos e obtiveram um bom desempenho na assimilação e correta utilização dos termos científicos. A utilização de alguns modelos favoreceu a contextualização e indução conceitual, aproximando o indivíduo do seu cotidiano. Ao comparar com o ensino oferecido aos alunos videntes, o modelo tátil surgiu como

uma alternativa à substituição do modelo/desenho, amplamente requisitado pelos professores no modelo de ensino tradicional que é usado para ministrar o conteúdo, desenhando figuras na lousa no intuito de auxiliar na compreensão dos conceitos. Durante os momentos, a inserção dos modelos táteis auxiliou imensamente na indução dos conceitos de carga elétrica, força elétrica, campo elétrico, corrente elétrica, diferença de potencial elétrico e resistência elétrica.

Para finalizar, esta pesquisa reforça com Camargo (2005) ao afirmar que: “possíveis fatores condicionantes ou limitantes de aprendizagem de conteúdos de Física” (Camargo p.259, 2005). A estes sujeitos, não estão condicionados a sua deficiência, pois estão aptos a aprenderem qualquer conteúdo, possibilitando a diminuir a limitação da deficiência visual. Nesta perspectiva, este trabalho procurou mostrar que é possível tratar conceitos complexos e/ou específicos com estudantes com deficiência visual e que existem possibilidades de ensino tanto para alunos videntes, quanto para alunos que apresentam deficiência visual.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, Alexandre César. **PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO E ESTRATÉGIAS PARA O ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS PORTADORES DE DEFICIÊNCIA VISUAL**. 2012. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Instituto de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: [www.if.ufrj.br/~pef/producao\\_academica/dissertacoes/2012\\_Alexandre\\_Azevedo/dissertacao\\_Alexandre\\_Azevedo.pdf](http://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/dissertacoes/2012_Alexandre_Azevedo/dissertacao_Alexandre_Azevedo.pdf). Acesso em: 03 ago. 2022.

BRASIL. Constituição (1996). Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. **Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília, 20 dez. 1996. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm). Acesso em: 06 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

CONDE, Antônio João Menescal. **Definição de cegueira e baixa visão**. 2016. Disponível em: <http://antigo.ibr.gov.br/educacao/71-educacao-basica/ensino-fundamental/258-definicao-de-cegueira-e-baixa-visao>. Acesso em: 06 jun. 2022.

CAMARGO, Eder Pires de. **O ensino de Física no contexto da deficiência visual: elaboração e condução de atividades de ensino de Física para alunos cegos e com baixa visão**. 2005. 285 f. Tese (Doutorado) - Curso de Faculdade de Educação, Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

CAMARGO, Eder Pires. **O ensino de Física no contexto da deficiência visual: elaboração e condução de atividades de ensino de Física para alunos cegos e com baixa visão**. 2005. 285 f. Tese (Doutorado) - Curso de Faculdade de Educação, Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

CAMARGO, Eder Pires de; NARDI, Roberto. Dificuldades e alternativas encontradas por licenciandos para o planejamento de atividades de ensino de óptica para alunos com deficiência visual. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [S.L.], v. 29, n. 1, p. 115-126, 2007. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-11172007000100018>.

CAMARGO, Eder Pires. **Ensino de Física e Deficiência Visual: dez anos de investigação no Brasil**. São Paulo: FAPESP, 2008.

CAMARGO, Eder Pires. **Um estudo das concepções alternativas sobre repouso e movimento de pessoas cegas**. 2000. 218 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2000.

CAMARGO, Eder Pires. **Saberes docentes para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de física**. Scielo, [S.L.], p. 89-90, 2012. Editora UNESP. <http://dx.doi.org/10.7476/9788539303533>.

CAMARGO, Eder Pires. **Inclusão e necessidade educacional especial: compreendendo identidade e diferença por meio do ensino e da deficiência visual**. São Paulo: Livraria da Física, 2016. 268 p.

COSTA, Jhonatha Junio Lopes; QUEIROZ, José Rildo de Oliveira, FURTADO, Wagner Wilson. Ensino de física para deficientes visuais: métodos e materiais utilizados na mudança de referencial observacional. In: VIII ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2011.

[http://abrapecnet.org.br/atas\\_enpec/viiienpec/resumos/R0086-2.pdf](http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0086-2.pdf)

DESCARTES, René. **Dioptrics: discourses** I, II, III, IV e VIII. Scielo, São Paulo, v. 8, p. 3, 3 jan. 2011. Disponível em:

<https://doi.org/10.1590/S1678-31662010000300007>. Acesso em: 1 jun. 2022.

DIDEROT, Denis. **Carta aos cegos escrita por aqueles que vêem**. São Paulo: Lafonte, 2021. 160 p.

D. YOUNG, Hugh; A. FREEDMAN, Roger. **Física III, Eletromagnetismo**. 14. ed. Universidade da Califórnia, Santa Bárbara: Pearson, 2019. 490 p.

EVANGELISTA, Fabio Lombardo. **Física para pessoas com deficiência visual**. Concórdia: Clube de Autores, 2019. 134 p.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física: eletromagnetismo**. 10. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2016. 812 p.

LEONTIEV, A.N. **Os princípios do desenvolvimento mental e o problema do atraso mental**. In: Prisma Assessoria Editorial (Org). Psicologia e Pedagogia: bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento. São Paulo: Moraes Ltda, 1991.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. In: Maria Cecília de Souza Minayo. (Org.). Introdução. 1ed. Petrópolis: Vozes, v., p. 1-15, 1994.

NARDI, Roberto. **Ensino de ciências e matemática, I: temas sobre a formação de professores**. Scielo, São Paulo, v. 1, p. 111-112, 2009. Editora UNESP. <http://dx.doi.org/10.7476/9788579830044>.

PACHECO, José; et al.. **Caminhos para a inclusão: um guia para o aprimoramento da equipe escolar**. Porto Alegre: Artmed. 2007.

PESSANHA, Paula Rocha; AZEREDO, Soraia Rodrigues de; SANTOS, Máira Costa; TATO, André Luis; LIMA, Maria da Conceição de Almeida Barbosa. **UMA PROPOSTA PARA abordagem das leis de kepler em sala de aula de alunos com deficiência visual**. In: encontro nacional de pesquisa em educação em ciência, 7., 2009, Florianópolis. **uma proposta para abordagem das leis de kepler em sala de aula de alunos com deficiência visual**. Florianópolis: Guaipira, 2009. p. 1-9. Disponível em: [http://www.gpeqsc.com.br/guaipira/artigos/2009\\_7\\_ENPEC.36.pdf](http://www.gpeqsc.com.br/guaipira/artigos/2009_7_ENPEC.36.pdf). Acesso em: 03 ago. 2022.

SANTOS, André Luis Tato Luciano dos. **Atividades multissensoriais para o ensino da Física**. 2016. 167 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ensino de Física, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA. **orientações curriculares para o ensino médio isbn 85-98171-43-3**: orientações curriculares para o ensino médio. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. 140 p. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book\\_volume\\_02\\_internet.pdf](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf). Acesso em: 06 jun. 2022.

RODRIGUES, D. **Dez ideias (mal) feitas sobre a educação inclusiva**. In: Rodrigues, D. (org). Inclusão e Educação: doze olhares sobre a educação inclusiva. São Paulo: Summus, 2006.

VYGOTSKI, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2001.

\_\_\_\_\_. **Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar**. In: Prisma Assessoria Editorial (Org). Psicologia e Pedagogia: bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento. São Paulo: Moraes Ltda, 1991.

\_\_\_\_\_. **Obras escogidas**. Madrid: Editora Pedagógica, 1998.

EVANGELISTA, Fábio Lombardo. **o ensino de corrente elétrica a alunos com deficiência visual**. Concórdia: Clube de Autores, 2019. 133 p.

VYGOTSKY, L.S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

<p><b>MNPEF</b> Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física</p>	 <p><b>UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI - URCA</b></p>	
------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

**PRODUTO EDUCACIONAL:**

**APRENDIZAGEM DE ELETRICIDADE NO ENSINO MÉDIO USANDO  
METODOLOGIAS INCLUSIVAS VOLTADAS PARA ALUNOS COM OU SEM  
DEFICIÊNCIA VISUAL**

**DANNIEL DA CUNHA LOPES**

## **APRESENTAÇÃO**

Prezado professor(a) ,

Este caderno apresenta uma proposta de estudo de conceitos básicos de eletricidade no Ensino Médio usando a metodologia da didática multissensorial a fim de proporcionar a inclusão de alunos com deficiência visual como também, possibilitar através dos modelos didáticos uma melhor aprendizagem para os alunos sem deficiência visual. Por necessitar de uma ampla discussão a fim de buscar melhorias, e poder garantir que o processo de ensino-aprendizagem esteja de acordo com as características e singularidades de cada educando. Na atualidade, a inclusão educacional necessita ser discutida com a finalidade de buscar melhorias, no que se refere a materiais, espaço e metodologias que são de suma importância para a formação dos professores, e conseqüentemente poder proporcionar uma melhor aprendizagem dos educandos, sejam deficientes ou não.

Diante deste contexto, este trabalho de dissertação de mestrado mostrará que é possível contornar estas dificuldades e realizar uma aprendizagem satisfatória aliada a um processo de inclusão de alunos com deficiência visual em turmas no Ensino Médio.

UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI - URCA

APRENDIZAGEM DE ELETRICIDADE NO ENSINO MÉDIO USANDO  
METODOLOGIAS INCLUSIVAS VOLTADAS PARA ALUNOS COM OU SEM  
DEFICIÊNCIA VISUAL

DANNIEL DA CUNHA LOPES

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Regional do Cariri, no Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:  
Prof. Dr. Alexandre Magno Rodrigues Teixeira

Juazeiro do Norte – Ceará

Julho de 2022

# Sumário

1. Introdução.....	3
2. Construção dos Modelos Didáticos Experimentais.....	4
3. Conceitos Abordados .....	5
4. Sequência de Ensino.....	8
5. Lista de Figuras.....	10
6. Referências Bibliográficas.....	11

## APRENDIZAGEM DE ELETRICIDADE NO ENSINO MÉDIO USANDO METODOLOGIAS INCLUSIVAS VOLTADAS PARA ALUNOS COM OU SEM DEFICIÊNCIA VISUAL

### O método de ensino voltado para inclusão de alunos com deficiência visual.

Este caderno apresenta uma proposta de estudo de conceitos básicos de eletricidade no Ensino Médio usando a metodologia da didática multissensorial a fim de proporcionar a inclusão de alunos com deficiência visual como também, possibilitar através dos modelos didáticos uma melhor aprendizagem para os alunos sem deficiência visual. Por necessitar de uma ampla discussão a fim de buscar melhorias, e poder garantir que o processo de ensino-aprendizagem esteja de acordo com as características e singularidades de cada educando.

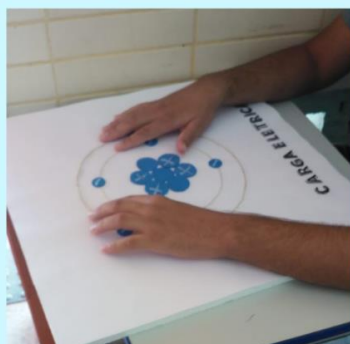


Figura 1 - Aluno com deficiência visual usando o tato para compreender o conceito de carga elétrica

Diante deste contexto, este trabalho de dissertação de mestrado mostrará que é possível contornar estas dificuldades e realizar uma aprendizagem satisfatória aliada a um processo de inclusão de alunos com deficiência visual em turmas no Ensino Médio. Esta mesma proposta poderá ser utilizada para alunos que não possuem deficiência visual.

### A Inclusão

Na atualidade, a inclusão educacional necessita ser discutida com a finalidade de buscar melhorias, no que se refere a materiais, espaço metodologias que são de suma importância para a formação dos professores, e consequentemente poder proporcionar uma melhor aprendizagem dos educandos, sejam deficientes ou não.

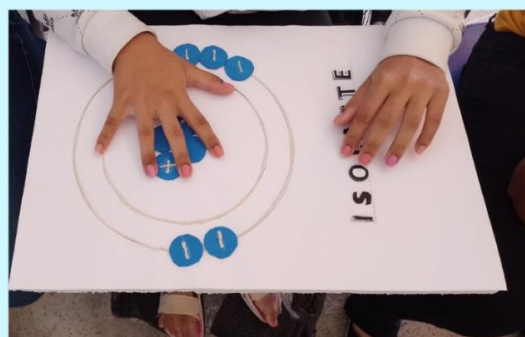


Figura 2 - Aluno sem deficiência visual usando o tato para compreender o conceito de corpos isolantes

## CONSTRUÇÃO DOS MODELOS DIDATICOS EXPERIMENTAIS.

### MATERIAIS UTILIZADOS

- Placas de isopor de 1m x 0,50m de 15mm de espessura;
- Papel 40 kg;
- Papel A4;
- Folhas de Cartolina Brancas;
- Cola branca para Isopor;
- Fio barbante de sisal;
- Palitos para espeto;
- Folhas de EVA preferencialmente nas cores Azul e Preta;
- Régua;
- Tesoura;
- Lápis;
- Caneta;
- Moedas e Tampas para fazer os Círculos.

### COMO FOI PRODUZIDO?

Para todos os modelos propostos a seguir o primeiro procedimento foi colar a folha de papel A4 nas folhas de isopor, para formamos a base do modelo didático.



Figura 3 - Materiais utilizados para construir a base do modelo didático tátil para o estudo de eletricidade em alto relevo

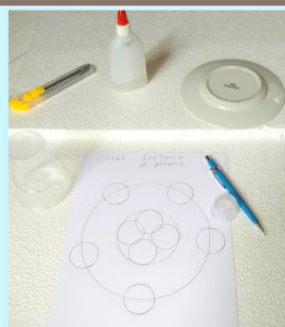


Figura 4 - Processo de construção do modelo didático tátil para o estudo de eletricidade em alto relevo (desenho o modelo).

Após a colagem dos materiais o procedimento seguinte foi criar na folha de papel A4 o modelo que seria representado em alto relevo (o conceito científico que será abordado através da didático multissensorial).

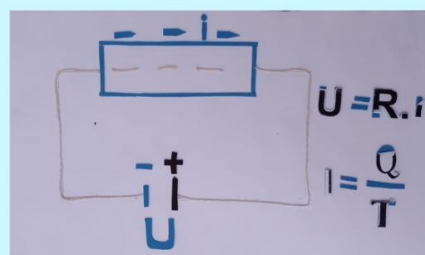


Figura 5 - Representação do conceito de corrente elétrica em um condutor metálico e as equações da corrente elétrica e da resistência elétrica.

O procedimento seguinte foi produzir os demais elementos que estão presentes nos conceitos abordados a partir da utilização de E.V.A e barbante de sisal.



Figura 6 - Placa de isopor, Círculos em E.V.A e Barbante de sisal, materiais usados para criar os modelos em alto relevo.

Os nomes dos conceitos foram produzidos da seguinte forma: Primeiro foi realizada a impressão das letras que seriam utilizadas, em seguida foi feita a colagem dessas letras em E.V.A e depois elas foram recortadas, dessa forma toda a parte textual também ficou em alto-relevo.

A última parte para criação do modelo didático experimental e realizar a colagem dos elementos produzidos em E.V.A e em barbante de sisal ao modelo proposto para constituir o conceito científico abordado.

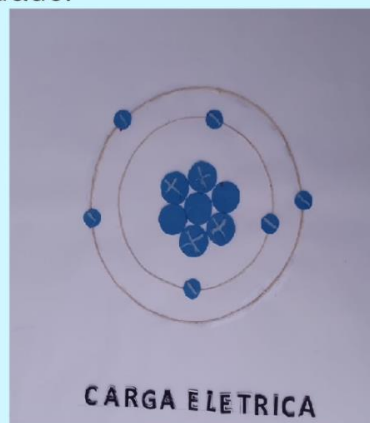


Figura 7 - Representação do modelo Atômico e representação de corpo eletrizado.

## Conceitos Físicos Abordados

### 1.A carga Elétrica:

Através dos modelos didáticos foram abordados o conceito do modelo atômico, o conceito de carga elétrica e sua quantização e a definição de materiais condutores e isolantes.

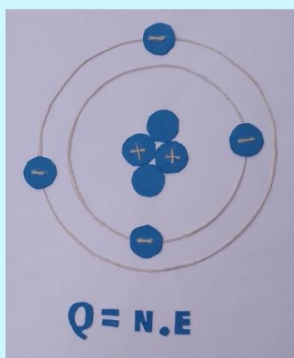


Figura 8 - Representação de corpo eletrizado e quantização da carga elétrica.

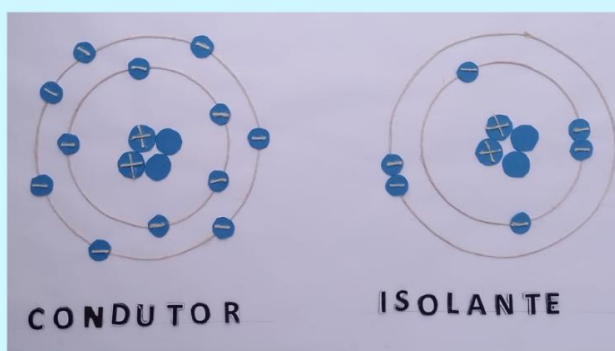


Figura 9 - Representação conceitual da definição de corpos condutores e isolantes.

## 2. A Força elétrica:

Com o uso deste modelo didático pude descrever o conceito de força elétrica entre corpos eletrizados, estabelecendo o fator de proporção existente entre as cargas e a distancia entre elas, como também foi possível descrever o comportamento da força se era de atração ou de repulsão.

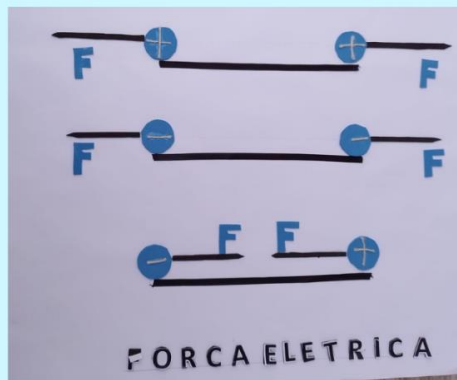


Figura 10 - Representação conceitual da força elétrica.

## 3. O Campo elétrico:

Através da utilização deste modelo didático pude descrever o conceito de campo elétrico em torno de um corpo eletrizado, caracterizando o comportamento do campo elétrico em de acordo com o sinal da carga que produz esse campo.



Figura 11 - Representação conceitual do campo elétrico.

#### 4. A corrente elétrica em um condutor metálico:

Com o auxílio do modelo didático pude descrever o comportamento dos portadores de carga em um condutor metálico, movendo-se de forma aleatória, após ser submetido a uma diferença de potencial, representa através de um campo elétrico uniforme, estes portadores de carga passavam a ter um movimento ordenado. Também foi trabalhado com esse modelo a intensidade da corrente elétrica através da sua equação.

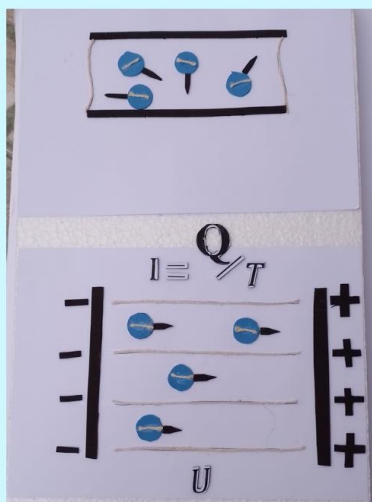


Figura 12 - Representação dos comportamentos dos portadores de carga em um condutor metálico sem a presença de uma tensão e com a presença de uma tensão elétrica..

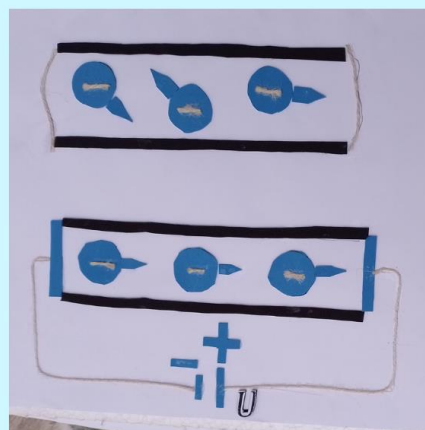


Figura 13 - Representação dos comportamentos dos portadores de carga em um condutor metálico sem a presença de uma tensão e com a presença de uma tensão elétrica..

#### 5. A resistência elétrica: relação entre a corrente, tensão e resistência elétrica em um condutor metálico:

Este modelo didático foi utilizado para conceituar a definição de resistência elétrica em um condutor metálico ao ser submetido a uma diferença de potencial nas suas extremidades. Utilizando o mesmo modelo foi possível conceituar a potência e a energia elétrica.

$$U = R I$$
$$P = U I$$
$$E = P T$$

Figura 14 - Equações em alto relevo da tensão elétrica, da potência elétrica e da energia elétrica

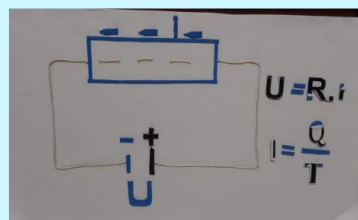


Figura 15 - Representação de um circuito elétrico, com o sentido da corrente elétrica e as equações da tensão elétrica e de intensidade de corrente elétrica.

## 6. Associação de resistores em série:

Modelo didático usado para mostrar o comportamento da corrente elétrica e da tensão elétrica em um circuito com resistores ligados em série. Também foi utilizado para aprofundar os conceitos de potência elétrica e energia elétrica.

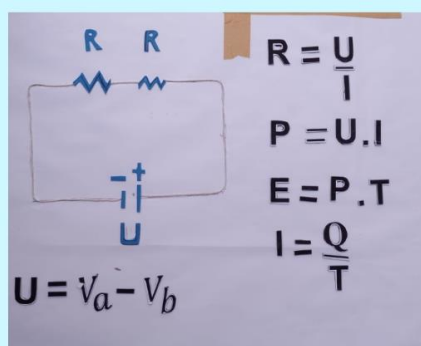


Figura 16 - Representação de um circuito elétrico, com resistores em série e as corrente elétrica e as equações da tensão elétrica e de intensidade de corrente elétrica, resistência elétrica, potência elétrica e energia elétrica.

## Sequência de ensino

O Produto Educacional foi realizado tomando como parâmetros duas vertentes, a elaboração de um material didático para uso das habilidades táteis visuais e sua aplicação para alunos videntes e não videntes, e está sendo proposto um material didático no qual alunos com esse tipo de deficiência pudessem ao manuseá-lo, fazendo uso do tato, e também sendo utilizado outro sentido (exceto o da visão), sendo usado com o propósito de auxiliar na demonstração do conteúdo da eletricidade.

Durante toda a execução desta sequência de ensino os alunos tiveram a oportunidade de relacionar os conceitos abordados com o material didático experimental tátil produzido, sempre seguindo a mesma ordem: modelo apresentado e manuseado, conceitos abordados relacionado com os modelos didáticos.

### **1 . Primeiro Encontro: Primeiras Concepções (conjuntos táteis experimentais)**

O primeiro objetivo foi estabelecer uma conversa para saber quais as pré-concepções dos estudantes, através da aplicação de um teste prévio sobre os assuntos vinculados com o tema Eletricidade.

### **2 . Segundo Encontro: Carga elétrica, Condutores e Isolantes:**

O objetivo deste encontro foi abordar assuntos relacionados a carga elétrica, aos processos de eletrização da carga elétrica e também aos materiais condutores e isolantes, a fim de se verificar até que ponto os alunos conseguiam identificar, por meio do tato, os diferentes elementos apresentados, que estão de acordo com os conceitos de cada material.

### **3 . Terceiro Encontro: Conceito de Força elétrica e Campo elétrico:**

O objetivo deste encontro foi abordar assuntos relacionados ao princípio da força elétrica e do campo elétrico, sempre buscando facilitar o processo de aprendizagem através da associação dos conceitos científicos com a assimilação tátil proposta pelos modelos criados.

### **4 . Quarto Encontro: Corrente Elétrica e Resistência:**

O objetivo deste encontro foi aprofundar os conceitos iniciais dos educandos sobre a corrente elétrica, a resistência elétrica e os circuitos elétricos, durante este momento utilizaremos o reconhecimento tátil dos materiais.

### **5 . Quinto Encontro: Tipos de Circuitos em Série e Paralelo:**

Momento realizado no dia vinte e seis de maio de 2022, com duração de uma hora e trinta minutos, este momento tem por finalidade mostrar a diferença entre os tipos de circuitos, em série e em paralelo.

### **6. Sexto Encontro: Verificando a aprendizagem e a eficiência do modelo de tátil:**

O objetivo deste momento é poder verificar se o modelo proposto pode levar aos educandos uma compreensão melhor dos conceitos abordados. Durante este momento os educandos tiveram os olhos vendados e foi pedido a todos que manusessem os modelos táteis e identificassem cada um deles.

# Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> - Aluno com deficiência visual usando o tato para compreender o conceito de carga elétrica ..... 3	3
<b>Figura 2</b> - Aluno sem deficiência visual usando o tato para compreender o conceito de corpos isolantes..... 3	3
<b>Figura 3</b> - Materiais utilizados para construir a base do modelo didático tátil para o estudo de eletricidade em alto relevo .....4	4
<b>Figura 4</b> - Processo de construção do modelo didático tátil para o estudo de eletricidade em alto relevo(desenho o modelo). ..... 4	4
<b>Figura 5</b> - Representação do conceito de corrente elétrica em um condutor metálico e as equações da corrente elétrica e da resistência elétrica. .... 4	4
<b>Figura 6</b> - Placa de isopor, Círculos em E.V.A e Barbante de sisal, materiais usados para criar os modelos em alto relevo. .... 5	5
<b>Figura 7</b> - Representação do modelo Atômico e representação de corpo eletrizado. .... 5	5
<b>Figura 8</b> - Representação de corpo eletrizado e quantização da carga elétrica. .... 5	5
<b>Figura 9</b> - Representação conceitual da definição de corpos condutores e isolantes. ....5	5
<b>Figura 10</b> - Representação conceitual da força elétrico. ....6	6
<b>Figura 11</b> - Representação conceitual do campo elétrico. ....6	6
<b>Figura 12</b> - Representação dos comportamento dos portadores de carga em um condutor metálico sem a presença de um tensão e com a presença de uma tensão elétrica.. .... 7	7
<b>Figura 13</b> - Representação dos comportamento dos portadores de carga em um condutor metálico sem a presença de um tensão e com a presença de uma tensão elétrica.. .... 7	7
<b>Figura 14</b> - Equações em alto relevo da tensão elétrica, da potencia elétrica e da energia elétrica..... 7	7
<b>Figura 15</b> - Representação de um circuito elétrico, com o sentido da corrente elétrica e as equações da tensão elétrica e de intensidade de corrente elétrica.....7	7
<b>Figura 16</b> - Representação de um circuito elétrico, com resistores em série e as corrente elétrica e as equações da tensão elétrica e de intensidade de corrente elétrica, resistência elétrica, potência elétrica e energia elétrica. .... 8	8

# REFERÊNCIAS

CAMARGO, Eder Pires de. **O ensino de Física no contexto da deficiência visual: elaboração e condução de atividades de ensino de Física para alunos cegos e com baixa visão.** 2005. 285 f. Tese (Doutorado) - Curso de Faculdade de Educação, Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

\_\_\_\_\_. **O ensino de Física no contexto da deficiência visual: elaboração e condução de atividades de ensino de Física para alunos cegos e com baixa visão.** 2005. 285 f. Tese (Doutorado) - Curso de Faculdade de Educação, Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

\_\_\_\_\_. **Ensino de Física e Deficiência Visual: dez anos de investigação no Brasil.** São Paulo: FAPESP, 2008.

D. YOUNG, Hugh; A. FREEDMAN, Roger. **Física III, Eletromagnetismo.** 14. ed. Universidade da Califórnia, Santa Bárbara: Pearson, 2019. 490 p.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física: eletromagnetismo.** 10. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2016. 812 p.

EVANGELISTA, Fábio Lombardo. **O ENSINO DE CORRENTE ELÉTRICA A ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL.** Concórdia: Clube de Autores, 2019. 133 p.