



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE FÍSICA**  
**CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

## **CIRCUITOS ELÉTRICOS: UMA PROPOSTA INVESTIGATIVA INCLUSIVA**

Aline Guilherme Pimentel

Monografia apresentada ao Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Licenciatura em Física.

Orientadora: Deise Miranda Vianna  
Coorientador: Sandro Soares Fernandes

Rio de Janeiro  
Novembro de 2020

# **CIRCUITOS ELÉTRICOS: UMA PROPOSTA INVESTIGATIVA INCLUSIVA**

Aline Guilherme Pimentel

Orientadora: Deise Miranda Vianna

Coorientador: Sandro Soares Fernandes

Monografia apresentada ao Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Licenciatura em Física.

Aprovada por:

---

Presidente, Deise Miranda Vianna  
(IF – UFRJ)

---

Sandro Soares Fernandes  
(Colégio Pedro II)

---

Maria da Conceição Barbosa Lima  
(UERJ/EBS/FIOCRUZ)

---

Bruna Araujo Ferreira  
(PEF – IF/UFRJ)

Rio de Janeiro  
Novembro de 2020

## CIP - Catalogação na Publicação

P644c Pimentel, Aline Guilherme  
Circuitos elétricos: uma proposta investigativa  
inclusiva / Aline Guilherme Pimentel. -- Rio de  
Janeiro, 2020.  
83 f.

Orientadora: Deise Miranda Vianna.  
Coorientador: Sandro Soares Fernandes.  
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto  
de Física, Licenciado em Física, 2020.

1. Ensino de Física. 2. Atividades  
Investigativas. 3. Ensino Inclusivo. 4.  
Eletrodinâmica. 5. Circuitos elétricos. I. Vianna,  
Deise Miranda, orient. II. Fernandes, Sandro  
Soares, coorient. III. Título.

Elaborado pelo Sistema de Geração Automática da UFRJ com os dados fornecidos pelo(a) autor(a), sob a responsabilidade de Miguel Romeu Amorim Neto - CRB-7/6283.

Dedico esse trabalho primeiramente à minha família que aturou todas as oscilações de humor que a faculdade me trouxe, sempre me apoiaram e estiveram do meu lado até nos momentos em que menos acreditei ser possível e a todos os excelentes professores que passaram pela minha trajetória e me inspiraram a seguir a carreira da docência, mesmo com as dificuldades.

## **Agradecimentos**

O caminho até chegar aqui foi repleto de obstáculos, mas recheado de Gratidão e é justamente por isso que me tornei a pessoa e profissional que sou hoje!

Relutei um pouco para falar sobre esse tema por achar que eu não tinha poder de fala, mas a vida teimou em devolver esse assunto a mim, por isso, agradeço todas as bênçãos e interseções de Deus e Nossa Senhora Aparecida na minha trajetória. Muitas vezes não entendi e questioneei o percurso, mas aceitei que há uma razão para cada percalço.

Passei por brilhantes professores que me inspiraram desde o primeiro seguimento até a graduação e me deram esperança e a certeza de que é essa profissão que permite todas as outras. Seria injusto eu comentar apenas um ou dois e fazer uma lista ocuparia muito espaço nesse agradecimento, mas vale ressaltar que é graças a uma delas que me despertou a vontade de entrar para Física – mesmo com as aulas sendo sábados as 7h30min.

Entrar na faculdade foi fácil comparando ao caminho até a formatura e eu preciso agradecer a cada companheiro de turma das muitas aulas que fiz, pelo apoio coletivo, pelos choros e surtos, pelos trabalhos, cadernos, listas, livros, provas antigas, mangues, chopadas e, ainda, por alguns terem se tornado amigos além da faculdade.

Um ponto marcante da minha graduação foi a entrada no PIBID que me deu forças para prosseguir no curso mesmo com as dificuldades, me fez olhar o ensino de Física por uma outra perspectiva, por me fazer experimentar o gostinho de sala de aula e a troca de saberes com mestres e licenciando e, principalmente, por me apresentar aos meus orientadores desse trabalho. Sandro e Deise foram e são pessoas que acreditaram no meu potencial mesmo que eu estivesse duvidando, não foi uma tarefa muito fácil me orientar – já que a demora foi longa – mas em nenhum momento deixaram de me motivar ou de me ouvir e tirar minhas dúvidas ou dar um conselho sobre o próximo passo, vocês são extremamente responsáveis pela minha não desistência e um exemplo a ser seguido: todos os professores, não só os de Física, deveriam ser um pouco mais como vocês!

Outro ponto marcante da minha trajetória acadêmica foi minha entrada no projeto de extensão Alunos Contadores de Histórias se tornando um momento de deixar os meus problemas de lado e olhar o outro a cada história contada pelos corredores do hospital pediátrico. Além disso, me possibilitou conhecer pessoas incríveis e com histórias fascinantes dos mais variados cursos dessa universidade, com menção honrosa para as minhas meninas que sempre têm uma palavra amiga e um abraço apertado de “vamos juntas”, em especial para a

Mari Maciel que foi a responsável por fotografar o kit que vai ser apresentado nesse trabalho e, ainda, querer que eu apresentasse pra ela.

A todos os meus amigos que ouviram minhas lamentações e perturbações e os milhares de “tá quase pronto” ou “só falta o TCC” durante esses anos, em especial para o “Geek”.

Ao Hyuri, por embarcar, apoiar e ainda fomentar as minhas loucuras, sendo esse companheiro de todas as horas da seriedade até a zoação. Sem ele, “NineRuru” não tem propósito!

Gratidão a toda minha família: tios, primos, sogros e agregados por estarem do meu lado

E por último, mas não menos importante, gratidão demais a meus pais, Hilda e Antomylson, minha irmã, Caroline e minha avó Gessi que me deram e continuam dando todo suporte físico e emocional – mesmo aguentando minhas oscilações – além de todo incentivo para ser cada vez mais durante essa jornada chamada vida, eu nasci nos braços certos.

Não tenho palavras para descrever toda a gratidão que eu tenha por cada um de vocês, tentei não mencionar muitos nomes para que nenhum seja esquecido injustamente.

Muito, muito, muito obrigada, eu amo vocês!

*“Mãe, você agora é um ser livre”*

## RESUMO

### CIRCUITOS ELÉTRICOS: UMA PROPOSTA INVESTIGATIVA INCLUSIVA

Aline Guilherme Pimentel

Orientadora: Deise Miranda Vianna

Coorientador: Sandro Soares Fernandes

Já parou para pensar como desenvolver uma aula em uma turma em que há presença de alunos com diferentes deficiências sem que nenhum aluno seja segregado da turma ou privado de algum conteúdo programático? Durante o período de participação do PIBID/UFRJ – Física (Programa Institucional de Iniciação à Docência, subprojeto da Física, com financiamento da CAPES), essa situação nos foi apresentada. Neste trabalho, motivados pelo grande uso de desenhos esquemáticos na lousa utilizados por professores videntes, trazemos uma proposta investigativa inclusiva de circuitos elétricos, ou seja, um kit desenvolvido para qualquer que seja o seu aluno em que ele tem a possibilidade de se transformar em protagonista do seu aprendizado. Como forma de validação, apresentamos alguns dados e análises dessa atividade aplicada com alunos deficientes visuais de um colégio público da rede federal de ensino do Rio de Janeiro. O kit desenvolvido facilita a argumentação e o aprendizado sobre eletrodinâmica passo a passo, destacando corrente elétrica, resistência e resistividade, fontes e circuitos elétricos (série e paralelo).

Palavras-chave: Ensino de Física, Atividades Investigativas, Ensino Inclusivo, Eletrodinâmica, Circuitos elétricos.

Rio de Janeiro

Novembro de 2020

## Sumário

1. Introdução .....	1
2. Referenciais Teóricos .....	3
2.1 Atividade Investigativa.....	3
2.2 Ensino Inclusivo .....	6
2.3 Ensino para Deficientes Visuais.....	16
3. Desenvolvimento da atividade.....	22
3.1 Construção do kit.....	23
3.2 Versão “final” .....	24
3.3 Descrição da atividade.....	25
3.3.1 Material utilizado – Primeiro dia .....	25
3.3.2 Segundo dia.....	30
4. Teoria Física .....	32
4.1 Corrente elétrica .....	32
4.1.1 Corrente elétrica contínua ou alternada .....	33
4.2 Diferença de Potencial Elétrico (ddp) .....	33
4.2.1 Geradores elétricos.....	33
4.3 Resistor.....	34
4.4 Lei de Ohm.....	35
4.5 Circuitos elétricos.....	36
4.6 Associação de Resistores.....	36
4.6.1 Associação em Série .....	36
4.6.2 Associação em Paralelo .....	37
4.6.3 Associação mista de resistores .....	39
5. Aplicação e algumas interpretações do resultado .....	40
5.1 Atividade 1: Corrente elétrica .....	41
5.2 Atividade 2: Resistência elétrica .....	44
5.3 Atividade 3: Fonte Elétrica.....	50
5.4 Atividade 4: Diferentes tipos de associação de resistores.....	52
5.4.1 Associação em Série .....	54
5.4.2 Associação em paralelo.....	56

6. Considerações finais .....	62
7. Referências.....	64
8. APÊNDICE A – Transcrição da aplicação da atividade.....	67

## 1. Introdução

Já se imaginou numa turma de quarenta alunos que, entre eles, há a presença de alunos de diferentes tipos de deficiências? Já parou para pensar em como seria planejar uma aula para essa turma sem que nenhum aluno seja segregado ou que ele seja privado de algum conteúdo programático? Durante a participação no subprojeto PIBID/UFRJ – Física (Financiado pela CAPES), nos deparamos com a presença de alunos com diferentes tipos de deficiência nas salas de aulas e, com isso, nossa visão de mundo foi ampliada a não os excluir dos trabalhos que desenvolvíamos. Estas situações nunca foram vivenciadas por nós licenciandos, já que a universidade não prepara os professores a lidarem com esse “desafio”. A proposta da equipe foi de criar e utilizar trabalhos baseados em atividades investigativas (BORGES, 2002), onde os alunos são protagonistas do próprio aprendizado e nosso maior desafio era permanecer com essa característica para qualquer que fosse o aluno, fugindo de um ensino de Física tradicional da sala de aula, buscar um ensino mais contextualizado de caráter inclusivo (MANTOAN, 2015) e, principalmente para o ensino de Física para deficientes visuais (CAMARGO, 2014).

Ao longo do acompanhamento dessas turmas, em uma aula de circuitos elétricos, foi percebido que os não participantes eram os alunos com deficiência visual devido ao uso de esquemas feitos na lousa e tivemos a ideia de construir um material didático direcionado a esse tema que pudesse ser utilizado em qualquer aula de circuitos elétricos, para deficientes visuais e/ou videntes. O ensino já é uma atividade complexa e problemática, ainda mais ao tratarmos com um público com uma deficiência física que é tão “essencial” a qualquer indivíduo. Pensar em elaborar atividades para pessoas com deficiência visual nos faz refletir muito sobre o uso de cada instrumento, experiência ou palavra a ser dita, coisas que a graduação não nos prepara para enfrentar, por isso, devemos ser flexíveis para modificar nossa forma de atuação em resposta às mudanças percebidas. É justamente por conta dessas mudanças que esse trabalho apresentado sofreu tantas modificações antes de chegar na versão “final”.

Ainda enquanto preparando este trabalho, foi constatado o escasso número de recursos didáticos direcionados para o estudo de Física com caráter inclusivo, sendo este um dos fatores que contribuíram para a elaboração desse material e sequência didática.

Essa monografia foi dividida em sete capítulos e um apêndice. Na introdução, apresentamos a base e a justificativa para a elaboração das atividades. No capítulo dois discutimos acerca dos referenciais adotados para o desenvolvimento da proposta de ensino aqui apresentada e no capítulo seguinte contém a exposição do passo a passo para a construção do kit e a sugestão de aplicação da atividade. Já no capítulo cinco, abordamos a Eletrodinâmica,

com os conteúdos apresentados nos livros didáticos. No capítulo seis exibimos e analisamos trechos transcritos mais marcantes da aplicação – que está disponível de forma completa no apêndice A –, sendo o capítulo seguinte, o sete, composto das nossas considerações baseadas no desenvolvimento da atividade e aplicação, seguida das referências bibliográficas que deram base para esse trabalho.

## **2. Referenciais Teóricos**

### ***2.1 Atividade Investigativa***

Existe muita insatisfação do professor para sua carreira e um desses fatores se dá na não participação dos alunos nas aulas ministradas por eles. Mas o que nós professores estamos fazendo para sair da “mesmice” e do ensino pautado apenas no livro didático e no ensino chamado tradicional? Existem métodos de ensino-aprendizagem que apresentam ferramentas para serem usadas e que ajudam a despertar o interesse dos alunos. Independente do escolhido, devemos mobilizar o aluno a sair da postura de receptor de conteúdo e fazê-lo imergir no processo de construção do seu conhecimento, nos preocupando com o processo e não ficando preso somente à avaliação do produto final. Uma dessas alternativas é defendida por Borges (2002) que nos mostra que não é necessário estar em um ambiente especial ou de aparelhos sofisticados para que realizemos trabalhos experimentais, tais atividades podem ser, inclusive de pensamento:

“o laboratório pode, e deve, ter um papel mais relevante para a aprendizagem de ciências. O fato de estarmos insatisfeitos com a qualidade da aprendizagem, não só de ciências, sugere que todo o sistema escolar deve ser continuamente repensado. (...) o que precisamos é encontrar novas maneiras de usar as atividades prático-experimentais mais criativa e eficientemente e com propósitos bem definidos, mesmo sabendo que isso apenas não é a solução para os problemas relacionados com a aprendizagem de ciências” (BORGES, 2002, p.298)

Precisamos fazer com que os estudantes pensem, debatam, justifiquem suas ideias e apliquem seus conhecimentos de modo a integrar conhecimento prático, o conhecimento teórico e matemático, dando assim, característica de uma investigação científica e fazendo uma expansão da compreensão do estudante.

É importante ressaltar que ao desenvolver atividades de cunho investigativo, o professor precisa ter em mente que o que será observado dependerá fortemente do conhecimento prévio de cada um. Algumas pesquisas, inclusive, produziram evidências de que as crianças levam para a escola um conjunto de concepções sobre vários aspectos do mundo, antes mesmo de qualquer contato com ela. Por isso, não existe um método científico que determine como fazer para produzir conhecimento, é necessário observar em que realidade os alunos estão inseridos e qual o contato que o aluno já teve com esse tipo de prática.

Utilizar atividades investigativas para a compreensão de conceitos faz com que o aluno saia de uma postura passiva e se torne o centro de seu processo de ensino aprendizagem,

construindo seu próprio conhecimento, através da ação e da relação de objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação.

Uma forma de se pensar em como estruturar as atividades investigativas consiste em estruturar as atividades de laboratório como investigações ou problemas práticos mais abertos, que os alunos devem resolver sem a direção imposta por um roteiro fortemente estruturado ou por instruções verbais do professor, conforme a tabela 1:

“A tabela 1 Representa as atividades investigativas e o laboratório tradicional, contrastando-os segundo três aspectos: o grau de abertura, o objetivo da atividade e a atitude do estudante em relação à atividade. (...) Entre esses dois extremos que determinam quem tem o controle ou a responsabilidade por certas etapas da atividade prática, há um número de possibilidades com divisão dessas etapas entre o professor e os estudantes” (Borges, 2002, p.304-305)

Tabela 1: Contínuo problema-exercício

<b>Aspectos</b>	<b>Laboratório Tradicional</b>	<b>Atividades Investigativas</b>
<i>Quanto ao grau de abertura</i>	Roteiro pré-definido Restrito grau de abertura	Variado grau de abertura Liberdade total no planejamento
<i>Objetivo da atividade</i>	Comprovar leis	Explorar fenômenos
<i>Atitude do estudante</i>	Compromisso com o resultado	Responsabilidade na investigação

Fonte: Borges, A.T. (2002)

No primeiro caso, o problema é ‘fechado’ e os procedimentos e recursos são dados pelo professor, livro ou roteiro, ficando para o aluno a tarefa de colher dados e tirar conclusões. Ao contrário, em uma investigação ‘aberta’, cabe ao estudante toda a solução, desde a percepção e geração do problema, sua formulação, o planejamento de suas ações, a escolha dos procedimentos, a seleção de equipamentos e materiais, o registro dos dados, a interpretação dos resultados e enumeração das conclusões. A seta representa o ‘grau de abertura’ e indica o quanto o professor ou roteiro especifica a tarefa para o aluno.

Uma outra forma de entender essa distinção entre problema fechado e aberto foi proposta por Tamir (1991 apud BORGES, 2002, p.305), propondo a categorização das atividades investigativas em quatro níveis, mostrado na tabela 2:

Tabela 2: Níveis de investigação no laboratório de Ciências

<b>Nível de Investigação</b>	<b>Problemas</b>	<b>Procedimentos</b>	<b>Conclusões</b>
Nível 0	Dados	Dados	Dados
Nível 1	Dados	Dados	Em aberto
Nível 2	Dados	Em aberto	Em aberto
Nível 3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Fonte: Borges, A.T. (2002)

Conforme a tabela 2, os níveis de investigação variam de 0 a 3. Onde no nível 0 corresponde ao extremo de ‘problema fechado’ e no Nível 3, corresponde ao mais aberto de investigação.

Uma atividade aberta pode ser muito difícil para estudantes sem conhecimento de conteúdo e/ou sem experiência anterior com laboratório, no entanto, existem evidências de que os alunos conseguem planejar a solução de problemas em laboratório. À vista disso, Borges (2002) ainda sugere que “as investigações devam ser inicialmente simples e feitas em pequenos grupos, embora com um sentido claro de progressão ao longo do curso”. Desse modo, os alunos podem perceber que o conhecimento científico se dá através de uma construção de aspecto dinâmico e aberto – capturando, assim, as atenções e despertando envolvimento dos alunos nas atividades –, ao contrário de como o “método científico” é descrito nos livros de ciências.

Para esse tipo de atividade o professor muda sua postura, “ficando com a função de acompanhar as discussões, provocar, propondo novas questões e ajudar os alunos a manterem a coerência de suas ideias.” (DUSCHL, 1998 apud AZEVEDO, 2004, p.25). Cabe ao professor ser um mediador entre o grupo e a tarefa quando o grupo apresentar indecisão, falta de clareza ou consenso; deixando o grupo assumir o controle sobre a atividade. E por vezes, após a realização da atividade, será imprescindível que o professor faça uma sistematização acerca das explicações dadas pelos alunos aos fenômenos, enfatizando como a ciência os descreve.

É necessário esclarecer que a introdução de atividades investigativas não resolve as dificuldades de aprendizagem dos alunos, se “continuarmos a tratar o conhecimento científico e suas observações, vivências e medições como fatos que devem ser memorizados e aprendidos, ao invés de como eventos que requerem explicação” (BORGES, 2002, p.311).

## ***2.2 Ensino Inclusivo***

Falar de Ensino inclusivo está muito ligado às discussões de aplicação de atividades investigativas, pois é se pautar na necessidade do aluno e abandonar o ensino transmissivo para adotar uma pedagogia ativa, dialógica, interativa, integradora, que haja troca de saberes entre os alunos e professores e que se contraponha à visão hierárquica do saber.

A exclusão escolar manifesta-se das mais diversas maneiras, e quase sempre o que está em jogo é a ignorância do aluno diante dos padrões do saber escolar. A escola se democratizou, abrindo-se para novos grupos sociais, mas não fez o mesmo em relação aos conhecimentos trazidos por esses grupos às salas de aula. Os sistemas escolares relutam em mudar de direção porque estão organizados em um pensamento que permite dividir os alunos em normais e com deficiência, em modalidades de ensino regular e especial e os professores especialistas nesse e naquele assunto.” (MANTOAN, 2015, p.22-23)

Se o que pretendemos é que a escola seja inclusiva, é urgente que seus planos se redefinam para uma educação voltada à cidadania global, plena, livre de preconceitos, que reconhece e valoriza as diferenças. Chegamos a um impasse, como afirma Morin (apud MANTOAN, 2015, p.23), pois “para se reformar a instituição, temos de reformar a mente, mas não se pode fazê-lo sem uma prévia reforma das instituições.”

A indiferenciação entre o processo de integração e o de inclusão escolar é prova dessa tendência e reforça a vigência do paradigma tradicional dos serviços educacionais, ainda existente em professores do ensino regular, com a ideia de que não estão preparados para ensinar a todos os alunos.

Existem dois vocábulos que são utilizados para expressar situações de inserção distintas e que se fundamentam em diferentes posicionamentos teórico-metodológicos, segundo Mantoan (2015, pg. 26-29), “integração” e “inclusão”. O primeiro refere-se mais especificamente à inserção de alunos com deficiência nas escolas comuns, permitindo que o aluno tenha a oportunidade de transitar no sistema escolar entre a classe regular e o ensino especial fazendo com que a escola não mude como um todo, mas os alunos têm de mudar para se adaptarem às suas exigências, sendo assim, uma justaposição do ensino especial ao regular. Quanto à inclusão, questiona não somente esse primeiro termo como as políticas e organização da educação especial e da educação comum. São incompatíveis uma com a outra, já que o objetivo da integração é inserir um alunos, ou um grupo de alunos, que foi anteriormente excluído enquanto a inclusão não deixa ninguém no exterior do ensino regular, visando, assim, uma mudança de perspectiva educacional já que não atinge apenas alunos com deficiência e os

que apresentam dificuldade de aprendizado, mas todos os demais, para que obtenham sucesso na corrente educativa geral. A metáfora da inclusão é o caleidoscópio, como Marsha (apud MANTOAN, 2015, p.29) se refere: “[Ele] precisa de todos os pedaços que o compõem. Quando se retiram pedaços dele, o desenho se torna menos complexo, menos rico. As crianças se desenvolvem, aprendem e evoluem melhor em um ambiente rico e variado”

Entende-se a condição de deficiência como “fixada” no indivíduo, como uma marca fixa, a qual só nos cabe aceitar. A “diferença” é produzida e não pode ser naturalizada, é “o que o outro é”. A inclusão é produto de uma educação plural, onde as ações educativas convivem com a diferença e a aprendizagem como experiência relacional, participativa, que produz sentido para os alunos, pois contempla sua subjetividade, embora construída no coletivo das salas de aula. O direito à diferença nas escolas desconstrói, portanto, o sistema atual de significação escolar excludente, normativo, elitista, com suas medidas e seus mecanismos de produção da identidade e da diferença, contrariar a perspectiva de uma escola que se pauta pela equidade é fazer diferença, reconhecê-la e valorizá-la. (MANTOAN, 2015, p.35-36).

Temos, então de reconhecer as diferentes culturas, a pluralidade das manifestações intelectuais, sociais e afetivas; enfim, precisamos construir uma nova ética escolar, que advém de uma consciência ao mesmo tempo individual, social. Nem todas as diferenças necessariamente inferiorizam as pessoas. Há diferenças e há igualdades- nem tudo deve ser igual, assim como nem tudo deve ser diferente. Então “é preciso que tenhamos o direito de sermos diferentes quando a igualdade nos descaracteriza e o direito de sermos iguais quando a diferença nos inferioriza.” (Santos, 1995, apud MANTOAN, 2015, p.37).

Mesmo sob garantia da lei, que assegura o direito de todos à educação, podemos utilizar o conceito de diferença para preconceitos, discriminação e exclusão.

“Problemas conceituais, desrespeito a preceitos constitucionais, interpretações tendenciosas de nossa legislação educacional e preconceitos distorcem o sentido da inclusão escolar, reduzindo-a unicamente à inserção de alunos com deficiência no ensino regular.” (MANTOAN, 2015, p.38)

Quando garante a todos o direito à educação, e ao acesso à escola, a Constituição Federal não usa atributos; assim, toda escola deve atender aos princípios constitucionais, não podendo excluir nenhuma pessoa em razão de sua origem, raça, sexo, cor, idade ou deficiência, na tabela 3, abaixo, indicamos alguns pontos respaldados pela Constituição Federal de 1988 (BRASIL,

1988) e que propõem avanços significativos para a educação escolar de pessoas com deficiência:

Tabela 3: Pontos da Constituição Federal de 1988 para educação escolar de pessoas com deficiência

<b>Artigo</b>	<b>Inciso</b>	<b>O que é dito</b>
1º	II e III	Elegem como fundamentos da República cidadania e dignidade humana
3º	IV	Constitui como um dos seus objetivos fundamentais a promoção do bem de todos, sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação
5º	-	Igualdade de todos perante a lei
205	-	Direito de todos à educação, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para a cidadania e à sua qualificação.
206	I	Princípio para o ensino de igualdade de condições de acesso e permanência na escola
208	-	Dever do Estado como educação será efetivado mediante a garantia de (ver incisos III e V):
208	III	Atendimento educacional especializado aos portadores de deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino
208	V	Acesso aos níveis mais elevados do ensino, da pesquisa e da criação artística, segundo a capacidade de cada um.

Fonte: Mantoan, M. T. E (2015) e (BRASIL,1988)

O “preferencialmente” utilizado no art. 208, inciso III, refere-se a “atendimento especializado”, isto é, o que difere no ensino para melhor atender as especificidades dos alunos com deficiência, ou seja, instrumentos necessários à eliminação de barreiras existentes; por exemplo: Ensino da língua brasileira de sinais (Libras), código Braille, uso de recursos de informática e etc.

Apenas esses argumentos – citados na tabela 3 – já bastariam para que não se negasse a nenhum indivíduo, com ou sem deficiência, o acesso à mesma sala de aula que qualquer outro aluno. A escola comum é o ambiente mais adequado para garantir o relacionamento dos alunos, com ou sem deficiência,mas, ao longo dos anos foram sendo apresentadas outras normas educativas que serão apresentadas na tabela 4:

Tabela 4: Histórico legislativo brasileiro sobre o Ensino Inclusivo

<b>Ano</b>	<b>Lei / Ato Normativo</b>	<b>Ementa</b>	<b>Comentário</b>
1996	Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996	Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. (LDB)	Existem algumas controvérsias entre a LDB e a Constituição Federal de 1988. Nos art. 58 e seguintes da LDB, consta a substituição do ensino regular pelo ensino especial
2001	Decreto nº 3.956, de 8 de outubro de 2001.	Promulga a Convenção Interamericana para a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação contra as Pessoas Portadoras de Deficiência.	O Congresso Nacional aprovou o texto da Convenção Interamericana supramencionada – que ocorreu na Guatemala em 1999 – por meio do Decreto Legislativo no 198, de 13 de junho de 2001. Deixando claro a impossibilidade de diferenciação com base na deficiência. Além de definir o que constitui ou não discriminação.
2007	Decreto nº 6.094, de 24 de abril de 2007.	Dispõe sobre a implementação do Plano de Metas Compromisso Todos pela Educação, pela União Federal, em regime de colaboração com Municípios, Distrito Federal e Estados, e a participação das famílias e da comunidade, mediante programas e ações de assistência técnica e financeira, visando a mobilização social pela melhoria da qualidade da educação básica.	O Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE) inaugura um conjunto de ações que se tornam estruturantes para favorecer a garantia do acesso e da permanência dos estudantes com deficiência no ensino regular e alicerça o processo de construção da política nacional de educação especial na perspectiva inclusiva ao instituir apoio técnico e financeiro para acessibilidade nas escolas de redes públicas de ensino.
2008	Decreto nº 6.571, de 17 de	Dispõe sobre o atendimento educacional especializado, regulamenta o parágrafo único do art. 60 da Lei nº 9.394, de 20	Institui o duplo cômputo das matrículas no âmbito do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização

	setembro de 2008.	de dezembro de 1996, e acrescenta dispositivo ao Decreto n.º 6.253, de 13 de novembro de 2007.	dos Profissionais da Educação (Fundeb) para as matrículas dos estudantes público-alvo da educação especial: escolarização em classe comum do ensino regular e atendimento educacional especializado (AEE), complementar ou suplementar à formação dos estudantes. Estabelece programas de formação continuada de professores na educação especial e de acessibilidade arquitetônica dos prédios escolares e de recursos de tecnologia assistiva para assegurar a oferta do AEE.
2009	Decreto n.º 6.949, de 25 de agosto de 2009.	Promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (CDPD) e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007.	Aprovou por meio do Decreto Legislativo n.º 186, de 9 de julho de 2008 a Convenção de Nova York; Acolhe o conceito de discriminação preconizado pela Convenção da Guatemala e estabelece que os países signatários devem assegurar um sistema educacional inclusivo em todos os níveis de ensino, extingue, então, qualquer dúvida sobre a aceitabilidade de um sistema educacional paralelo, organizado com base na condição de deficiência.
2011	Decreto n.º 7.611, de 17 de novembro de 2011.	Dispõe sobre a educação especial, o atendimento educacional especializado e dá outras providências.	Incorpora o decreto n.º 6.517/2008. Instituinto a educação especial como modalidade complementar à escolarização, nos termos da Política e da CDPD, reafirmando seu caráter complementar,

			suplementar e transversal da modalidade, situada no âmbito de apoio à escolarização.
2011	Decreto nº 7.612, de 17 de novembro de 2011.	Institui o Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência - Plano Viver sem Limite	Estabeleceu um conjunto de políticas públicas intersetoriais para a inclusão social das pessoas com deficiência, preservando o financiamento público às instituições filantrópicas de educação especial que mantêm práticas segregativas
2012	Lei nº 12.764, de 27 de dezembro de 2012.	Institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista; e altera o § 3º do art. 98 da Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990	Com a inclusão escolar ganhando espaço político na sociedade e se afirmando nos ambientes educacionais, o Brasil vivencia um novo embate conceitual para a elaboração dessa lei. Por conta de alguns vetos, percebemos uma vitória na consolidação da educação inclusiva e na sanção do direito à matrícula das pessoas com deficiência nas classes comuns do ensino regular
2014	Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014.	Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências.	Reedita a dura disputa em torno da ideia da educação especial. Universalização do atendimento das necessidades específicas na educação escolar assegurando o sistema educacional inclusivo em todos os níveis, etapas e modalidades. Refletindo o fortalecimento e a ampliação das ações na perspectiva inclusiva até então implementadas, atribuindo-lhes status de política de Estado.

Fonte: Mantoan (2015, p.37-53) + Leis e Decretos mencionados

Para reorientar os sistemas de ensino na quebra com o modelo de segregação escolar das pessoas com deficiência e atender aos objetivos da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência (CDPD) foi produzido, pelo Ministério da Educação (MEC), a Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (BRASIL, 2008) cujo objetivo é orientar os sistemas de ensino na ruptura com o modelo de segregação escolar. Importante ressaltar, como destaca Mantoan (2015, p.43-49), que documentos anteriores a ela repetiam a condicionalidade do acesso à educação das pessoas com deficiência, por meio de expressões como “quando possível”, “desde que aptos” e “se alcançarem o mesmo ritmo dos demais”. Juntamente com o decreto nº 6.571/2008, citado na tabela 4, não significaram a eliminação total das classes escolares, mas conseguiram enfraquecer profundamente o sistema paralelo de educação especial e, conseqüentemente, impulsionaram o avanço da inclusão escolar.

Outro dispositivo que de acordo com Mantoan (2015, p.48-49) que representa um divisor de águas nesse processo de transição entre o modelo de educação especial segregacionista e a educação especial inclusiva é a institucionalização das Diretrizes operacionais para o atendimento educacional especializado na educação básica, modalidade de educação especial, por meio da Resolução CNE/CEB nº4/2010, determina que o projeto político-pedagógico da escola comum deve prever a oferta do AEE, diferenciando a função do professor do AEE e do professor da classe comum. Atribuindo ao AEE o ensino do uso dos recursos de tecnologia assistiva, entre outras atividades, tendo o objetivo de assegurar a inclusão escolar de alunos com deficiência.

Após o marco político e pedagógico na educação nacional, de 2008 a 2011, percebe-se uma mudança conceitual significativa, afirmando-se o direito de todos à educação em classes comuns do ensino regular, presente no Decreto nº 7.611/2011.

Em síntese, como a Constituição Federal ocupa o topo da hierarquia no ornamento jurídico brasileiro, a legislação infraconstitucional deve refletir os dispositivos legais nela preconizado. Nesse sentido, a escola precisa se reorganizar, assim como os cursos de formação inicial e continuada de professores, de modo que as práticas de ensino contemplem as diferenças.

Toda essa trajetória culminou na criação da Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015, a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência), que em seu art. 1º diz:

“É instituída a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência), destinada a assegurar e a promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social e cidadania.” (BRASIL,2015)

Garantindo os direitos fundamentais a todas as pessoas com deficiência e alcançando, entre outras, as áreas de saúde, educação, trabalho, assistência social, esporte, previdência e transporte. Com capítulo IV inteiramente destinado à educação, assegurando:

“Art. 27. A educação constitui direito da pessoa com deficiência, assegurados sistema educacional inclusivo em todos os níveis e aprendizado ao longo de toda a vida, de forma a alcançar o máximo desenvolvimento possível de seus talentos e habilidades físicas, sensoriais, intelectuais e sociais, segundo suas características, interesses e necessidades de aprendizagem.

Parágrafo único. É dever do Estado, da família, da comunidade escolar e da sociedade assegurar educação de qualidade à pessoa com deficiência, colocando-a a salvo de toda forma de violência, negligência e discriminação.” (BRASIL, 2015)

Além disso, a lei estabelece ainda a adoção de um projeto pedagógico que institucionalize o atendimento educacional especializado, com fornecimento de profissionais de apoio, proíbe as escolas particulares de cobrarem valores adicionais por esses serviços e a inclusão da adoção de práticas pedagógicas inclusivas pelos programas de formação de professores.

Ou seja, o percurso que totalizou a criação dessa lei foi fundamental para a sua discussão e o acabamento, fazendo-nos enxergar cada vez mais como educação “inclusiva” e cada vez menos como “educação especial”, já que as metodologias, espaços e materiais devem ser capazes de atender a todos, e não serem elaborados separadamente para as pessoas com deficiência.

Importante mencionar que essa lei não está sendo citada no principal referencial teórico adotado pois ela entrou em vigor em janeiro de 2016 (FRANCO, 2016), quando o livro em questão já havia sido publicado.

Sendo assim, superar o sistema tradicional de ensinar é um propósito que temos de efetivar com toda urgência. Persiste a ideia de que as escolas de qualidade são as que centram a aprendizagem no racional, no aspecto cognitivo do desenvolvimento, e avaliam os alunos, quantificando resposta-padrão, porém:

“Uma escola distingue-se por um ensino de qualidade, capaz de formar pessoas nos padrões requeridos por uma sociedade mais evoluída e humanitária. Em suas práticas pedagógicas predominam a experimentação, a criação, a descoberta, a

coautoria do conhecimento. Vale o que os alunos são capazes de aprender hoje e o que podemos oferecer-lhes de melhor para que se desenvolvam em um ambiente rico e verdadeiramente estimulador de suas potencialidades.” (MANTOAN, 2015, p.66)

É preciso reorganizar as escolas. O ensino individualizado/diferenciado para os alunos que apresentam déficits intelectuais e problemas de aprendizagem é uma solução que não corresponde aos princípios inclusivos, pois não podemos diferenciar um aluno pela sua deficiência. Na visão inclusiva, o ensino diferenciado continua segregando e discriminando os alunos dentro e fora das salas de aula.

A maioria dos professores apavora-se ao receber alunos com deficiência ou com problemas de aprendizagem, pois prevê como será difícil dar conta das diferenciações de um ensino inclusivo. Precisamos partir do fato de que os alunos sempre sabem alguma coisa e de que todo educando pode aprender:

“O ponto de partida para ensinar a turma, sem diferenciar o ensino para um aluno ou um grupo de alunos, é ter como certo que a diferenciação será feita pelo próprio aluno ao aprender e não pelo professor! (...) O professor deixará de ser mero repetidor do que o aluno pode encontrar como informação e conhecimento em um livro didático, apostila. (...) A sala de aula tornar-se-á, assim, um lugar de pesquisa, experimentação, de comunicação e compartilhamento de resultados dos estudos, de discussão das tarefas realizadas e de revisão e complementação do conhecimento introduzido pelos professores em aulas de apresentação de conteúdo. (...) Como o ensino não é diferenciado para os mais avançados ou com menos capacidade, é importante lembrar que ensinar é um ato coletivo, mas o aprender é sempre individualizado” (MANTOAN, 2015, p 72-74)

E como fica o professor nisso tudo? Ele está atento aos diferentes tons das vozes que compõem a turma, promovendo a harmonia, o diálogo, contrapondo-os, completando-as. Segundo Mantoan (2015) formar o professor na perspectiva da educação inclusiva implica ressignificar o seu papel, o da escola, o da educação e o das práticas pedagógicas usuais do contexto excludente do nosso ensino, em todos os níveis, é necessário, além da formação em serviço nas escolas, uma formação em educação inclusiva, que deveria vir de todas as disciplinas que compõem o currículo de formação inicial.

A diferença não cabe em perfis engessados de pessoas, todos somos sujeitos únicos, singulares, heterogêneos. Embora já tenhamos avançado muito, desconstruir o sentido da diferença em nossos cenários sociais é ainda uma gigantesca tarefa. Diferenciar ‘para incluir’ é possível quando o aluno ou beneficiário de uma ação afirmativa estiver no gozo do direito de escolha ou não dessa diferenciação. Um exemplo disso é citado por Mantoan:

“O aluno que pode optar pelo lugar que ocupará em uma sala de aula quando usa cadeira de rodas. Ele não é obrigado a se sujeitar à imposição de sentar-se sempre à frente de todos, em um lugar especial, definido por especialistas, se sua turma de colegas está localizada mais ao fundo. Um aluno cego ou com baixa visão, que é o único a usar um computador na sala de aula, não será diferenciado e excluído se o computador o faz participar das aulas com autonomia e independência, por meio de um leitor de tela, por exemplo. Ele também tem o direito de estudar os conteúdos escolares em braile, com caracteres ampliados ou em MP3. Essas diferenciações são aceitáveis porque não constituem recursos que o colocarão à parte de seus colegas e em situação inferiorizada.” (MANTOAN, 2015, p.85)

Nos exemplos de diferenciação citados, estão resguardados o direito à igualdade – estudar e compartilhar conhecimentos com os colegas de turma – e à diferença – que assegura ao aluno equipamentos assistivos, apoio da tecnologia na sala de aula e outros suportes e lhe faculta a liberdade de escolhê-los, de modo que se sinta melhor assistido para participar e aprender. A diferenciação para ‘excluir’, muito frequente, limita o direito de participação social e o poder de decidir e opinar de determinadas pessoas e populações.

A tendência de diferenciar o ensino escolar comum para certos grupos de alunos ou mesmo para um único aluno é uma prática que não corresponde à educação verdadeiramente inclusiva. Trata-se de diferenciar o ensino para excluir. Há, portanto, muita diferença entre a diferenciação para ‘excluir’ e para ‘incluir’. A pedagogia que queremos chegar não seria jamais concebida como uma pedagogia que congela identidades.

### 2.3 Ensino para Deficientes Visuais

Segundo o Censo escolar de 2018 (BRASIL, 2019), o número de matrículas da educação especial – alunos com deficiência, transtornos globais do desenvolvimento e/ou altas habilidades/superdotação em classes comuns (incluídos) ou em classes especiais exclusivas – chegou a 1,2 milhão em 2018, um aumento de 33,2% em relação a 2014. Esse aumento foi influenciado pelas matrículas de ensino médio que dobraram durante o período.

Os dados mostram que os alunos com deficiência são realidade nos bancos escolares brasileiros. Por isso, é fundamental o enfoque da formação docente para o trabalho pedagógico adequado.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2019) estima-se que pelo menos 2,2 bilhões de pessoas tenha deficiência visual ou cegueira, das quais pelo menos 1 bilhão tem uma deficiência visual que poderia ter sido evitada ou ainda não foi tratada. Em seu relatório mundial sobre a visão, publicado em 2019, apresenta a tabela 5 usando a acuidade visual – capacidade do olho para distinguir detalhes espaciais, ou seja, identificar o contorno e a forma dos objetos, é expressa em fração, por exemplo, ter uma visão 6/6 significa que a acuidade visual a 6 metros de um objeto é normal. Dessa maneira, uma pessoa com visão 6/12 significa que o paciente precisa estar a 6 metros para enxergar um objeto que outros normalmente enxergam a 12 metros – para medir o grau da deficiência visual e cegueira. A presente tradução não é obra da OMS, é uma tradução livre ao que foi apresentado e o documento original pode ser encontrado através do link exposto nas referências desse documento.

Tabela 5: Classificação da gravidade da deficiência visual baseada na acuidade visual do melhor olho (Fonte OMS,2019)

Categoria	Acuidade visual no melhor olho	
	Pior que:	Igual ou melhor que
Deficiência visual leve	6/12	6/18
Deficiência visual moderada	6/18	6/60
Deficiência visual grave	6/60	3/60
Cegueira	3/60	
Deficiência visual de perto	N6 ou M.08 com correção existente	

Fonte: OMS, 2019

Ainda de acordo com esse relatório, globalmente, as principais causas de deficiência visual são: erros de refração não corrigidos, catarata, degeneração macular relacionada à idade, glaucoma, Retinopatia diabética, opacidade da córnea, tracoma. Há alguma variação nas causas entre os países.

No Brasil, segundo o Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, a deficiência visual é definida se dividindo em:

“cegueira, na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; a baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60o; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores” (BRASIL,2004)

A visão é o mais dominante dos cinco sentidos e desempenha um papel crucial em todas as facetas de nossas vidas. É parte integrante do relacionamento interpessoal e interações sociais na comunicação face a face, onde as informações são transmitidas através de sinais não verbais, como gestos e sinais faciais expressões (OMS,2019, p. 3).

Por isso, é necessário apresentar materiais multissensoriais e de metodologia inclusiva para atender a demanda de docentes da educação básica que se interrogam com o que fazer ao receberem em suas salas de aula alunos cegos ou com baixa visão. (CAMARGO, 2016. p.26-27). É preciso planejar e conduzir atividades que deem conta de atender o que é comum e o que específico entre alunos cegos, de baixa visão e videntes.

O ensino para alunos com deficiência visual realça a relação entre o campo de conhecimento e a diversidade humana, trazendo à tona discussões sobre perfis e ritmos de aprendizagem, importância das múltiplas percepções para a construção de conhecimentos científicos e ainda “põe em pauta a relação entre tipo de deficiência e características de uma determinada disciplina escolar” (CAMARGO, 2016. p. 27).

Uma investigação feita por Camargo (2006) mostrou como futuros professores de Física se comportam ao receberem em suas salas de aula alunos com deficiência visual, em que muitas das vezes se veem envolvidos em ambientes que segregam o ensino em sala de aula, o que ele chama de:

“modelo quarenta mais um, onde o quarenta diz respeito à média de alunos videntes em uma sala de aula, o um ao estudante com deficiência visual e a soma à ideia de que esse último estudante, de fato, não pertence à aula principal e que o docente terá um trabalho adicional. O modelo focalizado transforma-se em um problema ao professor (...), pensa que terá que construir dois materiais, dois experimentos, preparar duas aulas, uma para o estudante com cegueira ou baixa visão, e outra para alunos videntes” (CAMARGO, 2016, p.29)

A formação docente não prepara os professores para trabalhar com semelhanças e diferenças, vivemos numa sociedade que entende a diferença como algo polar, existindo em oposição de 180° e para superar esse problema, Camargo (2016) apresenta o conceito de

“didática multissensorial/multissensorialidade”, de modo a elaborar e conduzir atividades de ensino adequadas para estudantes com e sem deficiência visual, atendendo às diferentes necessidades dos alunos estando, assim, de acordo com os princípios da inclusão.

Para Soler (apud CAMARGO, 2016, p.30) as ciências naturais possuem um enfoque em elementos puramente visuais, ocorrendo como consequência: perda de muitas informações não visuais, falta de motivação para alunos cegos e com baixa visão, interpretação tendenciosa do meio ambiente que nos rodeia e um entendimento muito reduzido da observação científica – visto que esta se reduz ao ato de olhar. É fundamental colocar em prática uma percepção mais ampla da informação científica.

Segundo a multissensorialidade, o tato, a audição, a visão, o paladar e o olfato podem atuar como canais de entrada de informações importantes e são classificados em sintéticos e analíticos de acordo com a tabela 6.

Tabela 6: Classificação dos sentidos

Classificação	Processos	Sentidos
Sintéticos	Percebem os fenômenos de forma global. Observam os fenômenos do geral para o particular (processo dedutivo).	Visão, audição, olfato e paladar
Analíticos	A pessoa percebe um fenômeno mediante a captação de partes do observado e da soma das percepções concretas. Percebe o fenômeno do particular para o geral (processo indutivo)	Tato

Fonte: Soler (apud CAMARGO, 2016, p. 31 e 32)

A observação requer a captação do maior número de informações por meio de todos os sentidos que um indivíduo possa pôr em funcionamento, fazendo com que a combinação dos processos relacionados a eles sejam central para a aquisição de significados mais relevantes aos discentes, a partir da articulação entre um novo conhecimento e os conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Como resultado de observação multissensorial Camargo (2016) ressalta que não existe um método individualizado de observação para pessoas com e sem deficiência visual, mas sim um método universal de observar, utilizando a maior quantidade de sentidos que lhes são disponíveis. O ensino está, então, de acordo com ele, intimamente ligado à construção de contextos comunicativos centrados em processos discursivos argumentativos e, a aprendizagem, a processos subjetivos de interpretação, reorganização e representação interna dos significados físicos socialmente elaborados.

Visando refletir sobre a construção de imagens mentais visuais, auditivas, táteis etc, apresentaremos três categorias denominada “estrutura semântico-sensorial da linguagem” (CAMARGO, apud CAMARGO, 2016, p.34-36) que se refere aos efeitos produzidos pelas percepções sensoriais no significado de conceitos físicos. Esses efeitos são entendidos por meio de três referenciais associativos entre significado e percepção sensorial, conforme a tabela7 demonstra.

Tabela 7: categorias da estrutura semântico-sensorial

Significados	Percepção sensorial	Exemplos Físicos
Indissociáveis	São aqueles cujas apresentações externa e mental são dependentes de determinado referencial sensorial. Eles nunca poderão ser veiculados e representados internamente por meio de parâmetros sensoriais distintos dos que os constituem	Sensação térmica como a percepção da radiação solar ou de um metal à temperatura elevada é indissociável de representação tátil. A luz contém significado indissociável de representação visual, como: cores, transparência, opacidade, translucidez etc.
Vinculados	São aqueles cujas representações externa e mental não são exclusivamente dependentes do referencial sensorial utilizado para seu registro e veiculação. Sempre poderão ser representados externa e internamente por meio de parâmetros sensoriais distintos do inicial.	Transferência de energia entre sistemas de diferentes temperaturas, ou seja, o processo de propagação de calor (condução, convecção e radiação) possuem significados vinculados, por exemplo, às representações visual ou tátil
Sem relação sensorial	Não possuem vínculo ou associação com qualquer referencial sensorial. Trata-se de significados de conceitos abstratos referentes a construtos hipotéticos elaborados para a explicação e o entendimento de fenômenos, efeitos, propriedades etc	Conceito de campo: não é possível observar campos: elétricos, magnético ou gravitacional. A ideia de campo atua como um construto hipotético para explicar interações a distância. Conceito de calor: pelo conceito de energia, que é algo abstrato.

Fonte: CAMARGO, 2016, p. 33-37

Em parte, o ensino do aluno dependerá da relação características semântico-sensoriais dos significados conceituais versus especificidades de sua deficiência visual. É importante que

o docente saiba se seu aluno é totalmente cego desde o nascimento, significado indissociável de representação de representação visual, como o de cor, não lhe pode ser comunicado. Como Vigotiski (apud CAMARGO, 2016, p.38) explica, o tato e a audição nunca farão um cego ver. Esse tipo de significado é o único que não pode ser comunicado aos alunos cegos totais de nascimento, contudo, significados de outras características podem e devem ser ensinados a esses alunos. Em suma, múltiplas percepções não é condição apenas para incluir alunos com deficiência visual.

Um dos fatores produtores da exclusão de alunos cegos ou com baixa visão da participação de aula é a comunicação construída entre docentes e discentes videntes. A sala de aula pode ser caracterizada como um ambiente no qual seus participantes tentam, por meio da linguagem, comunicar-se – o termo tentativa é utilizado por Camargo (2016) pois em muitas situações a comunicação pretendida não ocorre, sendo possível interpretar a sala de aula como um lugar de comunicação pretendida acerca de significados.

Para entender as condições de acessibilidade de alunos cegos a conteúdos Físicos em sala de aula, Camargo (apud CAMARGO,2016, p. 40) define linguagem a partir de duas estruturas: empírica e a semântico-sensorial, conforme a tabela 8 discrimina.

Tabela 8: Estruturas de uma linguagem

Estrutura	Definição
Empírica	Diz respeito à materialização da linguagem por meio dos códigos: visual, auditivo, tátil, etc., articulados de forma independentes ou interdependentes. Assim, temos estruturas fundamentais (códigos articulados de forma independentes) e estruturas mistas (códigos articulados de forma interdependentes)
Semântico-sensorial	Diz respeito aos efeitos produzidos pelas percepções sensoriais nos significados das palavras utilizadas para a veiculação de fenômenos, conceitos ou situações.

Fonte: CAMARGO, 2016, p. 40-42

Enfatizar as condições de materiais de acessibilidade de alunos com deficiência visual ao conteúdo físico veiculado em sala de aula é muito importante já que, se alunos não têm acesso a tal conteúdo, não chegam, sequer, a formular dúvidas. Sendo assim, uma condição

indispensável para a participação de discentes com deficiência visual em aulas diz respeito à exploração de linguagens visualmente independentes:

“Essa estrutura pode ser facilmente reconhecida em perfis comunicativos do tipo *‘isto mais isto é igual a isto’* (professor demonstrando a resolução de equação); *‘notem as características deste gráfico...’* (professor aponta com as mãos as características do gráfico escrito ou projetado); *‘de acordo com o que nos informa esta tabela...’* (aponta características descritas na tabela) (...) A destituição da estrutura empírica audiovisual interdependente é fundamental à criação de canais de comunicação no contexto do ensino de Física para alunos com deficiência visual. (...) Esses alunos, quando participantes de uma sala em que o considerado perfil comunicacional é aplicado, encontram-se em uma *condição de estrangeiro*, pois recebem códigos auditivos que, por estarem associados a códigos visuais, são desprovidos de significados” (CAMARGO, 2016, p. 42)

Precisamos estar atentos às possíveis práticas segregativas que estão presentes no nosso dia a dia para que elas não sejam responsáveis por criar ambientes excludentes aos alunos.

### 3. Desenvolvimento da atividade

O preparo de qualquer atividade que saia do modelo tradicional de ensino requer uma certa dose de criatividade e quando começamos a preparar roteiros que incluam alunos deficientes visuais acrescentamos um desafio maior, devido a muitas vezes não repararmos o quanto a visão é tão “fundamental” para uma pessoa vidente, que não percebe o quanto recorre a esse sentido. O material desenvolvido sofreu algumas alterações e adaptações até chegar na versão apresentada aqui. Para validação, contamos com a ajuda dos alunos deficientes visuais do Colégio Pedro II – Campus São Cristóvão III ao longo das modificações executadas no nosso produto educacional – aqui chamado de “kit”.

O Kit (figura 1) trabalha com o aspecto dinâmico da Eletricidade, chamada de eletrodinâmica e contém materiais de baixo custo e fácil acesso, de modo a se transformarem em trechos de um circuito elétrico tateável. Nosso intuito é aproximar os alunos em um assunto em que é necessária uma maior abstração do raciocínio, por se tratar – principalmente – de uma matéria de nível molecular, em alguns conceitos e bastante explicada por desenhos na lousa e livros.

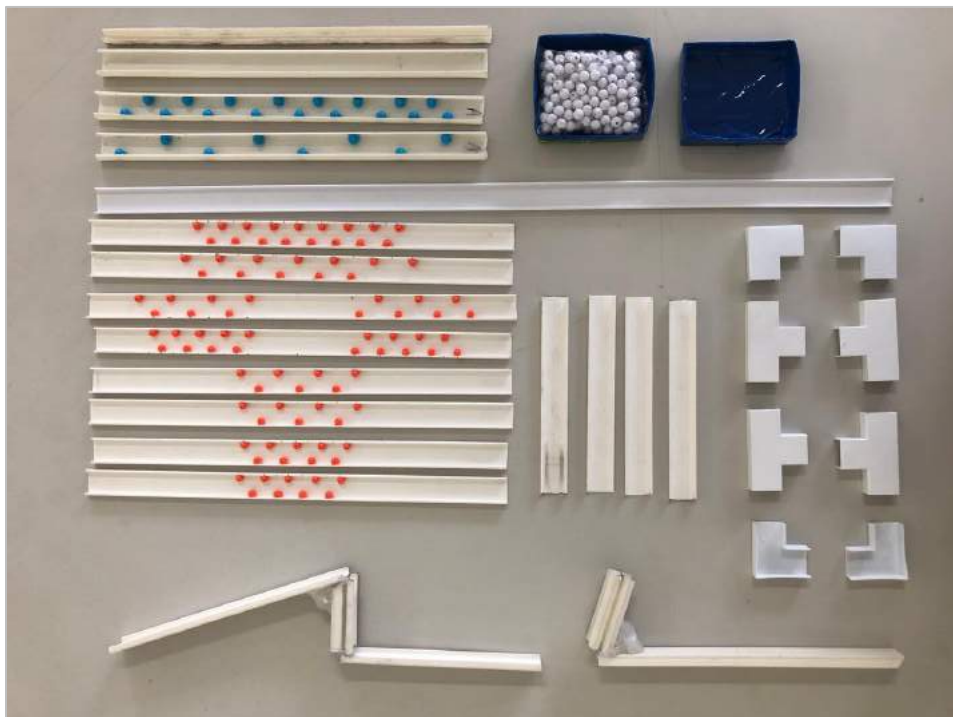


Figura 1: versão final do kit composto por canaletas de PVC de diferentes tamanhos, miçangas plásticas (Fonte: arquivo pessoal)

### 3.1 Construção do kit

Até chegar ao modelo aqui apresentado, passamos por algumas etapas de desenvolvimento dessa atividade. Inicialmente, fomos inspirados, a partir de uma aula de exercícios, em que os alunos deficientes visuais de uma turma de terceira série estavam sendo privados do conteúdo, devido à resolução ser feita no quadro branco da sala de aula. Aquela cena foi muito marcante para nós porque, além do desafio de manter 30 alunos interagindo com o professor, precisamos planejar as aulas de modo que nenhum deles seja excluído da explicação. Logo, a ideia inicial era conseguir demonstrar a esses alunos (deficientes visuais) os exemplos que usávamos em sala de aula, nos exercícios da lista. Depois fomos aprimorando à medida que esses alunos demonstravam interesse e nos trouxeram curiosidades e dúvidas que tinham acumulado durante as aulas (Figura 2).



Figura 2: Alunos interagindo com a atividade (Fonte: acervo pessoal)

Nosso material passou por três montagens diferentes: 1) papelão + cola quente (figuras 3, 4, 5 e 6), 2) cartolina + cola quente + velcro (figura 8) e por último as canaletas, que serão mais detalhadas na próxima sessão. Durante a primeira montagem percebemos o difícil manuseio do material pelos alunos, além de não ser tão atrativo para pessoas com baixa visão, pela cor escura do papelão. Eles nos sugeriram usar velcro para fixar as peças do nosso circuito. O kit completo de papelão acabou ocupando muito espaço e pelo acúmulo de pontos negativos, resolvemos modificar o material.

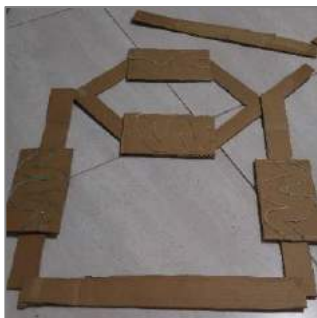


Figura 3: kit de papelão formando circuito elétrico (Fonte: acervo pessoal)



Figura 4: Alunos interagindo com o kit de papelão (Fonte: acervo pessoal)



Figura 5: Detalhe do kit de papelão (Fonte: acervo pessoal)



Figura 6: Detalhe do kit de papelão (Fonte: acervo pessoal)

A partir das dúvidas trazidas pelos alunos percebemos a importância de não começarmos diretamente da montagem de circuitos elétricos, mas voltarmos alguns passos trabalhando com cada elemento de sua composição. Nesse ponto, criamos um kit onde os “fios” passaram a ser feitos na cartolina e eram fixados a uma outra pelo uso de velcro (figura 7). Apesar de ter sido uma montagem interessante, o material se tornou muito frágil quando utilizado diversas vezes (Figuras 7, 8, 9 e 10), o que nos fez pensar em outra maneira de elaborar a ideia.



Figura 7: Alunos interagindo com o kit (Fonte: acervo pessoal)

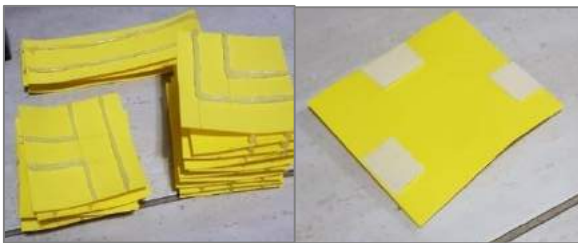


Figura 10: Detalhes do kit de cartolina + velcro (Fonte: acervo pessoal)

Figura 9: Aluno interagindo com o kit (Fonte: acervo pessoal)



Figura 8: Aluno interagindo com o kit (Fonte: Acervo pessoal)

### 3.2 Versão “final”

Após passar por todas as modificações, optamos por trabalhar com o kit construído com canaletas de PVC, cola quente, miçangas e fita dupla face relacionados conforme a tabela 9:

Tabela 9: relação materiais utilizado com conceito da Física a ser relacionado (Fonte: autores)

Materiais utilizados	Para representar
<b>Canaleta</b>	Fios
<b>Miçangas</b>	Carga elétrica / Corrente
<b>Canaletas com miçangas coladas</b>	Resistores
<b>Canaleta inclinada</b>	Fonte

Para a criação do kit (Figura 11), utilizamos duas canaletas de PVC cortadas em vários pedaços de aproximadamente 30cm que foram distribuídos por cada parte atividade, de modo a facilitar a aplicação e miçangas de 1,3cm, 0,8cm e 0,5cm de cores diferentes, além de mata-juntas – também de PVC – para ser feita a ligação entre as canaletas.

A aplicação necessitou ser dividida em cinco atividades distribuídas em dois diferentes encontros, cada um com dois tempos de aula de 45 minutos. No primeiro encontro, três atividades, com o intuito de discutirmos os conceitos de: corrente elétrica (1ª atividade), resistência elétrica (2ª atividade) e fontes (3ª atividade) para que no segundo encontro pudéssemos trabalhar com as características das associações de resistores (4ª atividade) e montagem de circuitos elétricos (5ª atividade).

É importante salientar que para essa atividade consideramos apenas circuitos elétricos de corrente contínua e que não utilizamos um roteiro impresso para que os alunos respondessem às perguntas.



Figura 11: Licencianda e todo o kit (Fonte: acervo pessoal)

### ***3.3 Descrição da atividade***

#### ***3.3.1 Material utilizado – Primeiro dia***

Nessa primeira parte utilizamos duas caixinhas para o armazenamento das miçangas de 0,8cm, uma canaleta de aproximadamente 30 cm e com espessura de 2 cm sem nada colado [1], uma canaleta de aproximadamente 30 cm de comprimento e largura de 1 cm sem nada colado [2], uma canaleta de 2 cm de espessura e aproximadamente 60 cm de comprimento sem nada colado [3], duas canaletas de aproximadamente 30 cm e 2 cm de espessura com miçangas de 0,8cm de diâmetro coladas espaçamento diferente entre as miçangas das duas canaletas [4] e [5] e uma canaleta inclinada [6], conforme a figura 12:



Figura 12: Parte do kit utilizado no primeiro dia (Fonte: acervo pessoal)

### 3.3.1.1 Primeira atividade: Corrente elétrica

Para essa parte da atividade pegamos a canaleta [1], duas caixinhas, e várias miçangas de 0,8cm, conforme a figura 13.



Figura 13: parte do kit utilizado para o "transporte das miçangas" (Fonte: acervo pessoal)

Primeiro, deixamos uma caixinha cheia de miçangas e pedimos para que os alunos passassem todas as miçangas para a outra caixinha, nossa única exigência era que as miçangas precisavam passar pela canaleta. Cada aluno teve o tempo de execução cronometrado. Posteriormente a todos os alunos terem feito o transporte das miçangas, questionamos sobre a diferença nos tempos de cada pessoa e se esse tempo mudaria caso colocássemos mais miçangas para serem transportada, de modo que houvesse a percepção de que a intensidade média de corrente elétrica depende do tempo que certa quantidade de carga (as miçangas) demora para atravessar certa seção transversal (no nosso caso, a canaleta).

O problema aqui era a possível interpretação da não instantaneidade da corrente elétrica, por isso, foi perguntado aos alunos “Se demora um tempo para que as miçangas passem pela

canaleta, como é que assim que conectamos o carregador de celular na tomada ele logo acusa que o aparelho está sendo carregado, independentemente do tamanho que o cabo do seu celular tenha?” – é importante salientar que utilizamos exemplos que sejam não visuais e que sejam comuns no dia a dia dos alunos –. Depois da discussão pegamos os mesmos materiais utilizados com a diferença de que a canaleta já estava cheia de miçangas, vide figura 14, e pedimos para que eles tentassem repetir a experiência pedida anteriormente, fazendo com que ao colocar uma miçanga na canaleta ela “empurrasse” a miçanga da outra extremidade.



Figura 14: canaleta cheia de miçangas (Fonte: acervo pessoal)

### 3.3.1.2 Segunda atividade: Resistência elétrica (Segunda Lei de Ohm)

Nessa parte da atividade trabalhamos com as possíveis variáveis que um resistor apresenta, são elas: área, comprimento e tipo de material. Para todas as etapas pedimos aos alunos que fizessem o transporte de miçangas assim como foi feito na primeira parte da atividade e utilizamos 5 pedaços de canaletas diferentes, os pedaços [1], [2], [3], [4] e [5] (figura 15)



Figura 15: parte do kit utilizado nessa parte da atividade (Fonte: acervo pessoal)

Primeiro, pegamos duas canaletas de mesmo comprimento [1] e [2], porém uma mais “fina” que a outra (figura 16) pedimos para que as miçangas fossem novamente passadas de uma caixinha à outra e perguntamos aos alunos “Por onde foi mais ‘fácil’ a corrente passar?” de modo que os alunos escolham a mais larga, já que a área influencia de forma inversamente proporcional.



Figura 16: canaletas de áreas diferentes (Fonte: Acervo pessoal)

A segunda coisa que influencia na resistência é o comprimento do resistor. Pegamos duas canaletas, agora de mesma área da seção transversal a só que com comprimentos diferentes, [1] e [3] (figura 17) e pedimos aos alunos para que repetissem o procedimento. Perguntamos: “E agora, por onde a corrente ‘prefere passar?’”. Agora os alunos escolhem a de menor tamanho [1], já que o comprimento é diretamente proporcional à resistência.



Figura 17: canaletas de mesma largura e comprimentos diferentes (Fonte: acervo pessoal)

Para a última variante da resistência colamos miçangas distribuídas com espaçamentos diferentes nas paredes de duas canaletas [4] e [5] (figura 18), tipo uma corrida de obstáculo de modo a representar materiais diferentes que consequentemente fariam com que os elétrons se comportem de forma diferente na passagem de corrente. Evidenciou-se o fato de as miçangas

utilizadas serem iguais, já que todos os elementos possuem elétrons iguais, mas com número e distribuições diferentes. Repetiu-se o procedimento de transporte de miçangas pela canaleta e perguntamos “por onde a corrente vai ‘preferir passar?’”. E finalizamos a segunda parte com uma discussão do comportamento da corrente quando se depara com diferentes resistores.



Figura 18: canaletas de mesmo tamanho e largura, mas com mais ou menos obstáculos (Fonte: acervo pessoal)

### 3.3.1.3 Terceira atividade: Fonte elétrica

Para que a corrente se movimenta de forma ordenada é necessário a presença de uma fonte elétrica. Em nosso modelo, para que as miçangas passem pela canaleta, era necessário que alguma pessoa fizesse essa movimentação. Apesar disso, essa não foi a nossa primeira colocação nessa etapa. Começamos com uma canaleta formando um plano inclinado [6] (figura 19) e perguntamos ao aluno se seria “natural que a miçanga suba pela rampa” para passar de uma caixinha para outra. Relembramos a primeira atividade desse primeiro dia ao lembrarmos que cada aluno obteve um tempo diferente para o transporte das miçangas, e isso se dá porque cada aluno ser uma “fonte elétrica diferente”.



Figura 19: canaleta como plano inclinado para transporte de miçangas (Fonte: acervo pessoal)

### 3.3.2 Segundo dia

Para as atividades do segundo dia usamos as canaletas com miçangas de 0,5cm [7] , que no nosso kit tem a cor laranja, coladas de modo a podermos montar diferentes tipos de associação de resistores, canaletas de aproximadamente 15 cm[8], os mata-juntas [9] para fazerem as ligações entre as canaletas e um plano inclinado [10] para representar a fonte, conforme figura 20.

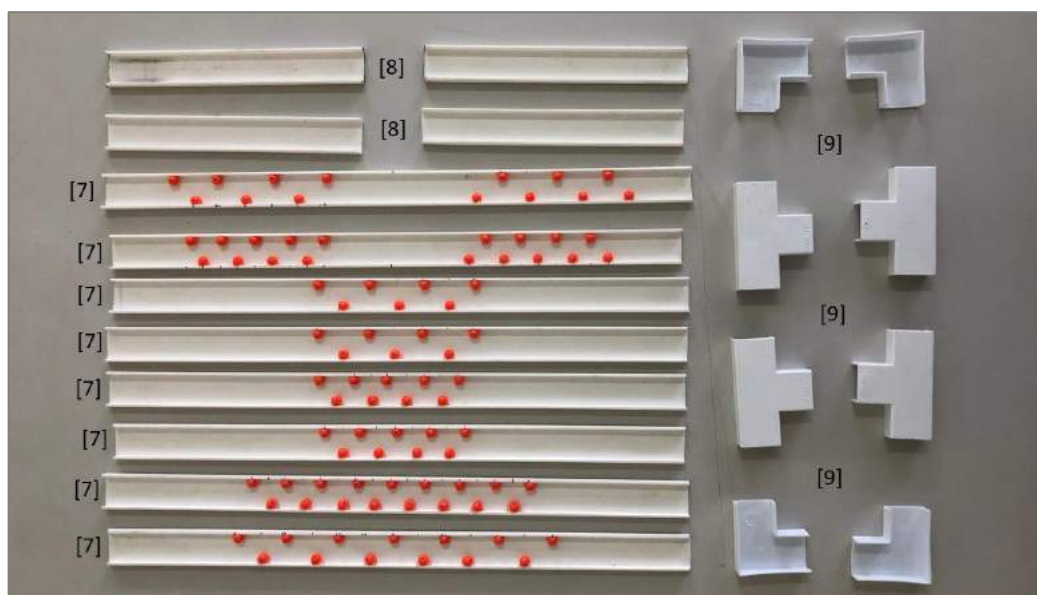


Figura 20: parte do kit usado para o segundo dia (Fonte: Acervo pessoal)

#### 3.3.2.1 Tipos de associações de resistores

Primeiro, foi necessário que os alunos entendessem os possíveis tipos de circuitos elétricos e as características de cada um deles. Para esse kit priorizamos o aspecto qualitativo de modo à compreensão das consequências para as grandezas que foram conhecidas no primeiro dia de aplicação.



Figura 21: associação de resistores em série (Fonte: acervo pessoal)

Nessa parte da atividade colocamos duas associações com todas as resistências iguais à frente deles: uma em série (Figura 21) e outra em paralelo (Figura 22) sem dizer, por ora, qual é o nome e pedimos para que eles façam o percurso da corrente por cada um deles, após a discussão do comportamento da corrente em cada uma das associações, mudamos uma resistência em cada associação para que eles possam comparar como a corrente se comporta para diferentes tipos de resistências numa mesma sequência e qual a consequência disso na tensão.

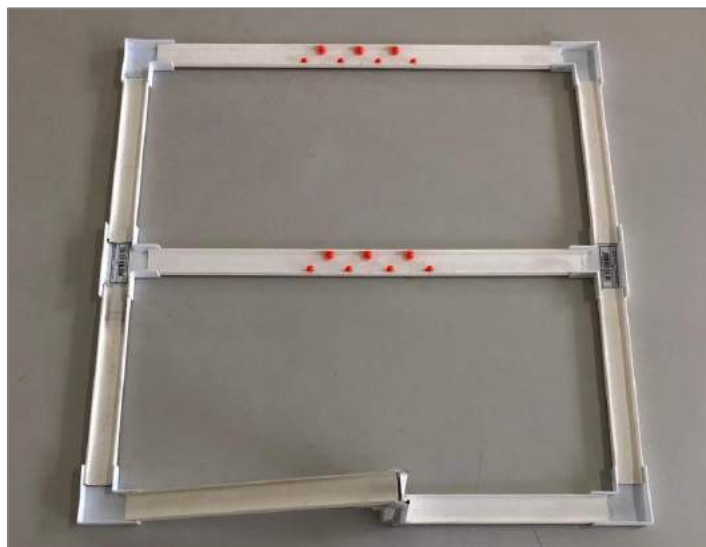


Figura 22: associação de resistores em paralelo (Fonte: Acervo pessoal)

### 3.3.2.2 *Quarta atividade: resolver um circuito elétrico*

Nessa parte da atividade fizemos uma montagem mista (Figura 23) de resistores e pedimos para os alunos explicarem qual seria o comportamento da corrente, tensão e ddp em cada resistor e em todo circuito.

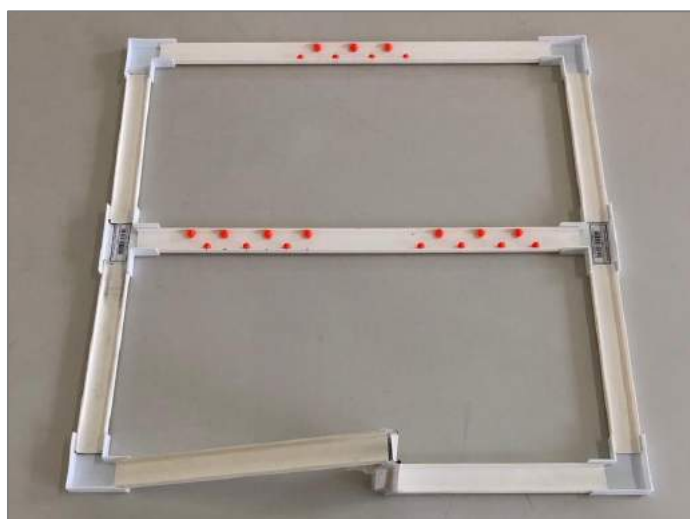


Figura 23: circuito com associação mista de resistores ( Fonte: acervo pessoal)

## 4. Teoria Física

O material desenvolvido tem o objetivo de auxiliar no ensino da **Eletrodinâmica**, basearemos essa sessão em três livros: (FILHO; XAVIER, 2016), (GUIMARÃES, 2010) e (HEWITT, 2011), sendo o primeiro utilizado pelo colégio em que a atividade foi aplicada

### 4.1 Corrente elétrica

Chamamos de corrente elétrica (Figura 24) o movimento ordenado de cargas elétricas no interior de um condutor, visto que, normalmente, há o movimento desordenado dos elétrons livres, ou de outros portadores de carga, por causa da agitação térmica. Ou seja, não é qualquer movimento de cargas que pode ser chamado de corrente.

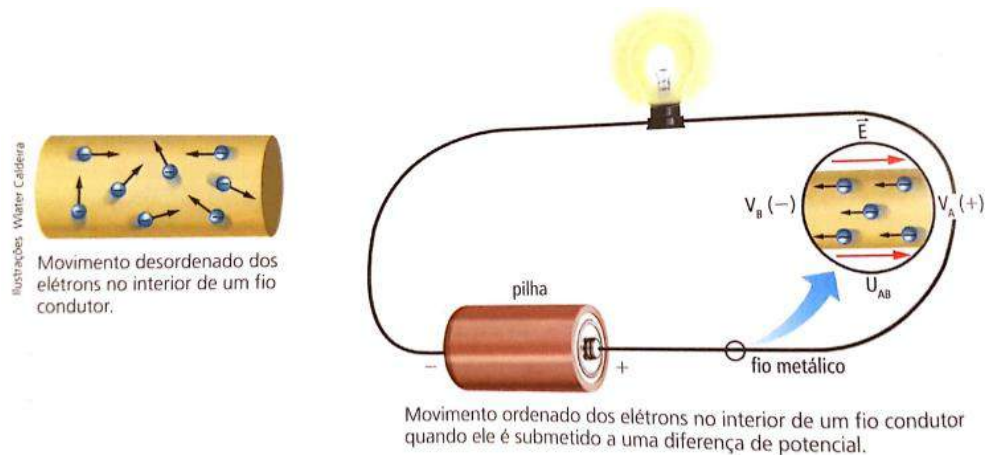


Figura 24: Ilustração retirada do livro (Fonte: FILHO; XAVIER, 2016)

A intensidade média de corrente elétrica  $i$  é definida através da quantidade de carga que passa por uma seção do condutor num certo intervalo de tempo:  $i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ . A unidade no SI da intensidade de corrente elétrica é o Coulomb/segundo (C/s), denominada de Ampère(A). Já a quantidade de carga é dada por:  $\Delta Q = ne$ , em que  $n$  é a quantidade de elétrons e  $e$  é a carga elementar do elétron:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19}C$ .

### 4.1.1 Corrente elétrica contínua ou alternada

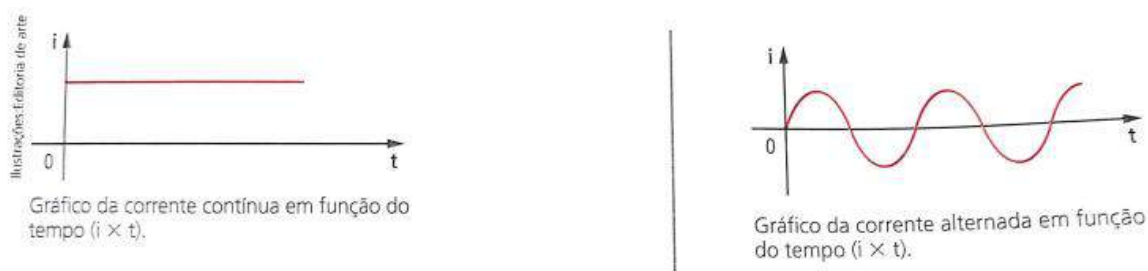


Figura 25 : Ilustração retirada do livro (Fonte: FILHO; XAVIER, 2016)

Sabemos que o sentido da corrente elétrica é do polo positivo para o negativo. Uma corrente elétrica pode ser contínua (quando mantém o sentido constante, como obtida através de pilhas e baterias) ou alternada (quando o sentido e a intensidade da corrente variam periodicamente, como a utilizada em residências) – Figura 25.

### 4.2 Diferença de Potencial Elétrico (ddp)

Também chamada de voltagem ou tensão, junto com a corrente forma a base para o desenvolvimento dos demais conceitos e relações utilizadas nos circuitos elétricos. Vamos definir a ddp a partir da força elétrica ( $F_E$ ) exercida sobre as cargas que percorrem o condutor. Logo, ela será dada pela razão entre o trabalho entre A e B e a carga sobre a qual ele é realizado (Figura 26).

$$V_{AB} = \frac{W_{AB}}{Q}$$



Figura 26: Força que desloca uma carga entre os pontos A e B. (Fonte: GUIMARÃES, 2010)

A unidade SI da tensão é, portanto, o joule por coulomb (J/C) e essa razão é denominada volt (V).

### 4.2.1 Geradores elétricos

Para que exista corrente elétrica, isto é, para os portadores de carga se moverem de maneira ordenada, é preciso haver uma diferença de potencial entre as duas extremidades do fio condutor. Na maioria dos casos, essa diferença de potencial é mantida por um gerador ou fonte de tensão.

A função de um gerador elétrico é manter uma ddp permanente entre dois pontos, de modo a produzir uma corrente que não seja apenas temporária, ou seja, é o componente capaz de alimentar com energia elétrica determinado circuito.

Costuma-se representar um gerador com dois traços paralelos e de comprimentos diferentes, sendo que, em geral, o traço maior indica o ponto de maior potencial, e o menor o ponto de menor potencial (figura 27).

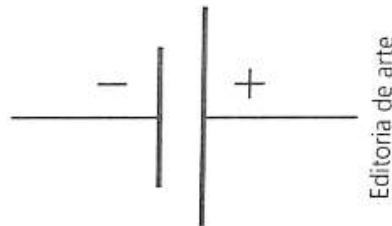


Figura 27: Representação de um gerador. (Fonte: FILHO; XAVIER, 2016)

### 4.3 Resistor

É o dispositivo utilizado nos circuitos (Figura 28) que possui a função de controle da corrente elétrica por meio do aumento da resistência imposta à passagem dos portadores de carga em um fio condutor. A resistência do material depende de suas propriedades físicas e de sua geometria.

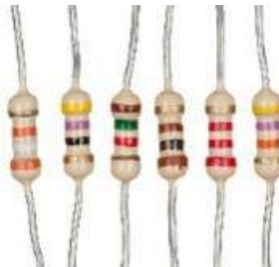


Figura 28: Resistores utilizados na eletrônica. (Fonte: acervo pessoal)

Quando uma corrente elétrica percorre um circuito e, principalmente, um resistor, parte de sua energia é convertida em calor. Esse fenômeno recebe o nome de efeito Joule. Em aparelhos como chuveiros, secadores, aquecedores, por exemplo, nos quais a intenção é produzir calor, os resistores são colocados com a intenção de aumentar o efeito Joule.

Em geral, representamos um resistor por meio de um dos esquemas da figura 29. As dimensões de um resistor e a natureza do material que o constitui influenciam na sua resistência. Isso para ficarmos somente nas características intrínsecas do resistor, pois a temperatura, por exemplo, também influi no valor final da resistência.

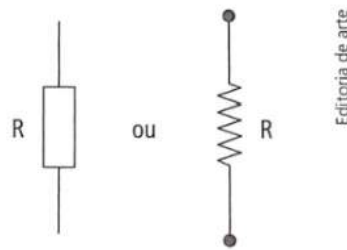


Figura 29: Representação de resistores (Fonte: FILHO; XAVIER, 2016)

Uma relação matemática para a resistência ( $R$ ), que leva em conta as propriedades físicas dos resistores, pode ser expressa por:

$$R = \rho \frac{\ell}{A} \quad \text{em que:}$$

$\ell$ : comprimento do resistor

$A$ : área de sua seção transversal

$\rho$ : resistividade do material

No SI, a unidade de resistência elétrica é o Ohm ( $\Omega$ ). É importante ressaltar que uma mudança de temperatura pode alterar a resistividade de uma substância, pois modifica suas características microscópicas.

#### 4.4 Lei de Ohm

Os resistores oferecem certa dificuldade à passagem de corrente elétrica, que denominamos resistência elétrica  $R$  do condutor. O cientista alemão George Simon Ohm (1789-1854), por meio de vários experimentos, determinou uma relação de dependência entre a corrente elétrica que percorre um condutor e a tensão à qual é submetido.

Segundo essa relação, em alguns condutores mantidos a temperaturas constantes, a diferença de potencial  $U$  e a intensidade de corrente  $i$  são diretamente proporcionais. De fato, para uma mesma diferença de potencial, o aumento da resistência elétrica em um circuito provoca a queda da intensidade da corrente elétrica que o percorre, visto que os portadores de carga terão maior dificuldade de se locomover (e vão se apresentar em maior número). Essa relação é conhecida como Lei de Ohm.

$$U = Ri \quad \text{ou} \quad R = \frac{U}{i}$$

Ou seja, para um condutor metálico mantido à temperatura constante, a corrente que o percorre é diretamente proporcional à ddp aplicada aos terminais.

Os resistores que obedecem a essa relação são chamados de resistores ôhmicos.

## 4.5 Circuitos elétricos

Chamamos de circuito elétrico o conjunto de componentes conectados por condutores a uma fonte de tensão e por onde pode passar uma corrente elétrica. Em geral, um circuito elétrico é constituído por uma ou mais fontes de tensão, que pode ser uma pilha, fios condutores e outros componentes, que chamamos de elementos resistivos, como uma lâmpada (Figura 30), por exemplo.

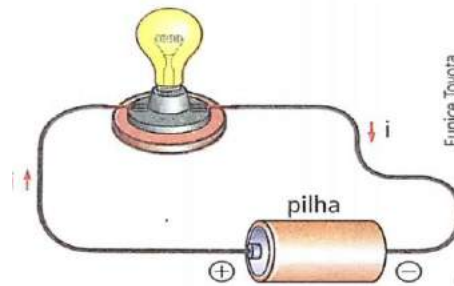


Figura 30: Circuito elétrico (Fonte: FILHO; XAVIER, 2016)

## 4.6 Associação de Resistores

A instalação elétrica de uma resistência permite ligar vários aparelhos ao mesmo tempo: liquidificador, geladeira, lâmpadas, televisão, chuveiro e outros. Quando diversos dispositivos estão ligados em um circuito, temos uma associação de resistores ou de aparelhos resistivos.

Em geral, separamos a associação em três categorias: em série, em paralelo ou mista (combinação de associação em série e em paralelo).

Chamamos de resistor equivalente um resistor hipotético capaz de substituir os resistores da associação, pois ele suporta a mesma diferença de potencial  $U$  que a associação e é percorrido pela mesma corrente  $i$  que passa pela associação.

### 4.6.1 Associação em Série

Nesse tipo de associação, os resistores estão ligados “um depois do outro”, como mostra a figura 31, de modo que sejam percorridos pela mesma corrente elétrica. Nessa associação, a intensidade de corrente que passa por um dos resistores é a mesma para todos os outros da série.

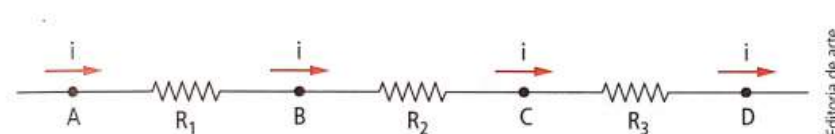


Figura 31: Representação da corrente quando resistores estão associados em série (Fonte: FILHO; XAVIER, 2016)

Pela Lei de Ohm,  $U = Ri$ , podemos escrever a tensão elétrica em função da corrente para cada trecho do circuito ou resistor. Assim:

$$U_{AB} = R_1 i \qquad U_{BC} = R_2 i \qquad U_{CD} = R_3 i$$

Esse estudo mostra que, sendo a intensidade de corrente elétrica constante para o mesmo fio condutor, o resistor com maior resistência estará sujeito a um valor de diferença de potencial. Em uma associação de resistores em série, a tensão elétrica entre os terminais extremos do circuito é igual à soma da tensão entre os pontos intermediários. Dessa forma:

$$U = U_{AB} + U_{BC} + U_{CD}$$

Nessa associação, podemos substituir suas resistências por uma equivalente, que é igual à soma das resistências dos resistores da associação.

$$U = U_{AB} + U_{BC} + U_{CD}$$

$$R_{eq} i = R_1 i + R_2 i + R_3 i$$

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3$$



Figura 32: Lâmpadas associadas em série. (Fonte: FILHO; XAVIER, 2016)

Ou seja, numa associação de  $n$  resistores em série (Figura 32), teremos sempre:

- A mesma corrente percorrendo todos os resistores;
- A voltagem total dividida proporcionalmente às resistências;
- A resistência equivalente dada por:  $R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n = \sum R$

#### 4.6.2 Associação em Paralelo

Quando os resistores estão ligados a terminais submetidos a uma mesma diferença de potencial, dizemos que esses resistores estão associados em paralelo (Figura 33).

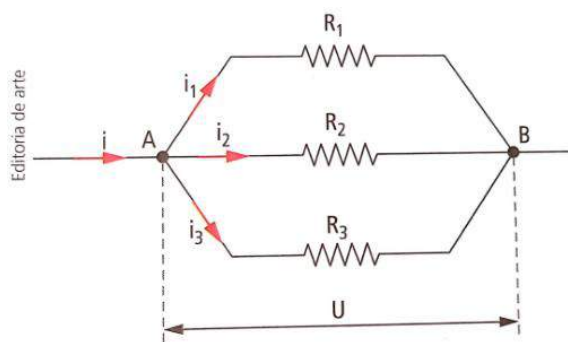


Figura 33: Representação da corrente quando os resistores estão associados em paralelo. (Fonte: FILHO; XAVIER, 2016)

Nessa associação, todos os resistores são submetidos à mesma tensão e a corrente elétrica principal  $i$  subdivide-se entre os resistores associados nas correntes  $i_1$ ,  $i_2$  e  $i_3$  e é igual à sua soma.

$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

Podemos substituir os resistores em paralelo por apenas um resistor com uma resistência equivalente:

$$\frac{U}{R_{eq}} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} \quad , \quad \text{portanto:} \quad \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Em uma associação em paralelo, o inverso da resistência equivalente  $R_{eq}$  da associação é igual à soma dos inversos das resistências da associação.

Na associação em paralelo, temos dois casos particulares:

- 1) Para uma associação de  $n$  resistores, com resistências iguais, temos:

$$R_{eq} = \frac{R}{n}$$

- 2) E, para dois resistores associados em paralelo, temos:

$$R_{eq} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$



Figura 34: Lâmpadas associadas em paralelo. (Fonte: FILHO; XAVIER, 2016)

Portanto, numa associação em paralelo (Figura 34), teremos sempre:

- A mesma ddp entre os terminais de todos os resistores
- A corrente total dividida inversamente às resistências
- A resistência equivalente dada por:  $\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} = \sum \frac{1}{R}$

#### 4.6.3 Associação mista de resistores

São circuitos elétricos nos quais encontramos resistores associados em série e em paralelo. Determinando os resistores equivalentes das associações parciais, calculamos a resistência equivalente da associação mista.

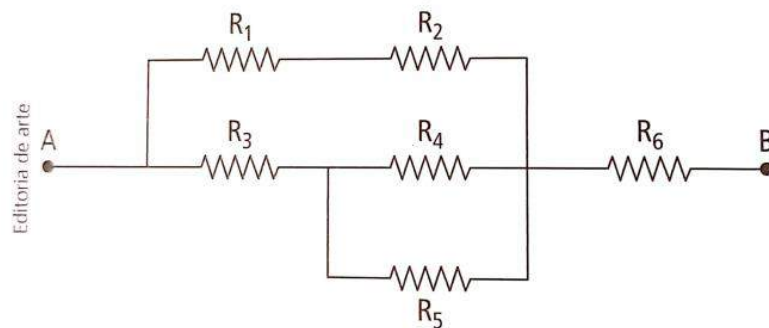


Figura 35: Representação de uma associação mista de resistores. (Fonte: FILHO; XAVIER, 2016)

No esquema da figura 35, observamos que os resistores  $R_1$  e  $R_2$  estão ligados em série, enquanto  $R_4$  e  $R_5$  estão ligados em paralelo entre si. Portanto, é um exemplo de associação mista.

Falamos em associação de resistores, mas o que discutimos vale para associação de qualquer elemento resistivo, como as lâmpadas incandescentes, secadores de cabelo, chuveiros elétricos, aparelhos eletrônicos etc. Elas são exemplos de elementos resistivos, não por controlarem a corrente elétrica, mas por utilizarem-na para transformar energia elétrica em térmica e luminosa. Nesse sentido, as lâmpadas impõem resistência à passagem de corrente.

## 5. Aplicação e algumas interpretações do resultado

Devido ao calendário escolar, não pudemos fazer a aplicação da atividade conforme o planejado. Além disso, a aplicação feita para a análise foi feita com um grupo diferente daquele que auxiliou à elaboração e desenvolvimento da atividade.

A atividade foi aplicada em 1h para um aluno de baixa visão e uma aluna vidente e ambos os alunos ainda não haviam tido contato com o conteúdo a ser abordado pela experiência. Os alunos foram levados para uma sala do laboratório de Física do colégio Pedro II – São Cristóvão III (Figura36) e antes da atividade começar foi colocado um gravador de voz de modo a tentarmos analisar a discussão da execução com os indicadores de alfabetização científica: “cuja função é classificar ações no trabalho em sala de aula de modo a diagnosticar se a alfabetização científica está em processo de desenvolvimento dos alunos” (Sasseron e Carvalho, 2017), observando através das falas dos alunos os dados da investigação, a estruturação do pensamento e o entendimento da situação analisada, de modo a determinar o conhecimento adquirido acerca do fenômeno.

Esse trabalho possui uma análise dos dados coletados sem o suporte dos indicadores propostos por Sasseron, pois nossa aplicação foi executada com um número reduzido de alunos. Seguimos os passos indicados por ela para o desenvolvimento dos alunos: apresentar as perguntas e deixar que eles levantem, testem e justifiquem as hipóteses para solucionar e explicar as questões levantadas, permitindo a investigação por parte dos alunos.

O nome de cada aluno foi alterado para manter a privacidade e a coleta de dados ocorreu seguindo pressupostos éticos no que se refere à concessão do direito de uso de imagem e áudio para estudos.



Figura 36: foto da atividade sendo aplicada com os alunos (Fonte: acervo pessoal)

Devido a aplicação ter sido feita com um número reduzido de alunos, não conseguimos analisar todas as etapas da atividade e não conseguimos garantir que os indicadores são ideais quando trabalhamos em atividades para deficientes visuais. Como um dos participantes teve pouca expressão durante a atividade, resultou em não ser uma construção coletiva, o que inviabiliza a presença dos indicadores, porém, através do manuseio do produto – que dá significado para o trabalho investigativo – podemos analisar se houve o questionamento do fenômeno por parte dos alunos e se eles foram capazes de entendê-los.

A transcrição completa está presente no apêndice B.

O kit foi apresentado no capítulo 3 desse trabalho, cabendo a esse capítulo um relato de como a experiência foi conduzida. Primeiro, apresentamos aos alunos os materiais que utilizaríamos durante toda a atividade, de modo que eles manuseassem e se familiarizassem com o kit. Conforme avançamos nas etapas das atividades, disponibilizamos apenas os itens que seriam utilizados para que não houvesse um excesso de informação na mesa. Ao trabalharmos com alunos portadores de deficiência visual (DV), percebemos que o manuseio do experimento antes da atividade faz com que eles se preocupem em responder as questões relacionadas ao fenômeno ao invés de perguntar sobre o material.

### ***5.1 Atividade 1: Corrente elétrica***

Para a primeira etapa, nosso objetivo foi relacionar a corrente elétrica em um fio com o transporte das miçangas através da canaleta. Para isso, deixamos que os dois alunos atravessassem todas as miçangas de uma caixinha para outra (Figura 37) – conforme explicado no item conforme ilustrado no item 3.3.1.1 – e eles mediram o tempo que cada um levou para terminar.



Figura 37: Aluno transportando as miçangas de uma caixinha para outra atrás da canaleta (Fonte: Acervo pessoal)

Após a comparação entre os tempos de cada um deles, fizemos os questionamentos presentes na tabela 10.

Tabela 10: parte da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
01	<b>licenciando</b>	Vocês acham que se eu colocasse mais miçangas para vocês atravessarem de uma caixinha pra outra? seria mais rápido ou mais devagar?	Questionando sobre o tempo de cada aluno com a presença de mais ou menos miçangas disponíveis
02	<b>Arthur</b>	Mais tempo	
03	<b>licenciando</b>	E se eu colocasse menos miçangas?	
04	<b>Arthur</b>	Menos tempo	

Fonte: Os autores

Nosso objetivo nessa etapa era que eles conseguissem perceber que existe uma relação entre a quantidade de carga (miçangas) e o tempo quando estamos falando de corrente elétrica e caso uma das variáveis seja alterada, as outras também serão.

O problema dessa experiência se dá na falsa impressão de que o elétron percorre o fio instantaneamente (Tabela 11).

Tabela 11: parte da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
06	<b>Arthur</b>	Eu lembro que o professor disse que tem umas terminações de elétrons que fica tudo junto, sabe?! Como se fosse... tipo...	O aluno tenta montar um sistema para representar o que quer dizer com as canaletas e as miçangas
07	<b>Arthur</b>	Aqui tem uns elétrons, como se fosse num fiozinho, aí se esbarra enquanto uma toca na outra, vai esbarrando, esbarrando até que solta aqui!	
08	<b>licenciando</b>	Será que a gente consegue imitar isso aqui?	Dando as canaletas e miçangas que foram utilizadas na atividade
09	<b>Arthur</b>	Acho que pode ser	Espalha as miçangas pela canaleta.

10	<b>licenciando</b>	Então os fios ficam desse jeito? Cheio de elétrons dentro?	Colocamos uma fita numa das extremidades para que as miçangas não escapassem.
----	--------------------	--	---

Fonte: Os autores

No trecho acima, verificamos que há levantamento de hipótese e o seu teste, de modo a apontar suposições sobre a organização dos fios e ainda na manipulação dos objetos de modo a colocar em prova as ideias levantadas (Tabela 12).

Tabela 12: trecho da transcrição

Turno	Alunos	Falas transcritas	Breves comentários
11	<b>Arthur</b>	É... Basicamente isso...	Apontando para o esquema feito (Figura 38)
12	<b>licenciando</b>	E se eu pedir para vocês passarem de novo as miçangas de uma caixinha para a outra?	
13	<b>Ana Lua</b>	Vai ser empurrado	
14	<b>Arthur</b>	Vai chegar mais rápido	

Fonte: Os autores



Figura 38: Canaleta cheia de miçangas (Fonte: Acervo pessoal)

Chegando à explicação de que o fio já está preenchido e não “vazio” como a canaleta estava anteriormente (Figura 38). A resposta do Arthur de que “vai chegar mais rápido” nos fez questionar quando a interpretação dele: seria ou não o mesmo elétron que ele estava “empurrando” para o fio (Tabela 13).

Tabela 13: trecho da transcrição da atividade

Turno	Alunos	Falas transcritas	Breves comentários
15	<b>licenciando</b>	A miçanga que você colocou vai chegar mais rápido na outra ponta? O que vai acontecer com a outra extremidade?	Pega uma miçanga da caixinha e entrega para o aluno testar

16	<b>Arthur</b>	A outra extremidade vai cair, porque eu empurrei a bolinha aqui	
17	<b>licenciando</b>	Mas é a mesma bolinha que você colocou na outra ponta?	
18	<b>Arthur</b>	É. São iguais, é a mesma coisa.	
19	<b>licenciando</b>	São iguais, mas é a mesma coisa?	
20	<b>Ana Lua</b>	Não, não é a mesma coisa	
21	<b>licenciando</b>	Então quando a gente liga na tomada, logo carrega por quê...	
22	<b>Arthur</b>	A bolinha chega na outra ponta	
23	<b>licenciando</b>	Mas é a mesma que você colocou?	
24	<b>Professor</b>	Tem uma diferença entre ser igual e ser a mesma	
25	<b>Arthur</b>	Não. Não é a mesma!	

Fonte: Os autores

E ao perguntarmos aos alunos sobre o que era corrente elétrica, obtivemos a resposta da tabela 14.

Tabela 14: parte da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
40	<b>Arthur</b>	Então a corrente está sendo essa transmissão de cargas pela canaleta	

Fonte: Os autores

Nos demonstrando que houve uma associação do conceito de corrente elétrica com o transporte das miçangas através da canaleta.

## **5.2 Atividade 2: Resistência elétrica**

Para essa etapa o objetivo era discutir as variáveis da resistência elétrica: área, comprimento e material utilizado – detalhados na seção 4.3 desse trabalho – e utilizando os materiais apresentados na seção 3.3.1.2. Para isso, inicialmente discutimos os materiais que seriam utilizados e os alunos criaram hipóteses sobre o que aconteceria com a corrente elétrica ao deparar com cada uma das variáveis apresentadas, organizando e classificando as informações, conforme apresentado na tabela 15.

Tabela 15: trecho da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
41	<b>licenciando</b>	Tem duas canaletas na frente de vocês, o que elas têm de diferentes?	larguras diferentes
42	<b>Arthur</b>	Uma é mais estreita e a outra é mais abertinha	
43	<b>licenciando</b>	Se vocês fossem a corrente, por qual vocês iam preferir passar?	
44	<b>Arthur</b>	Nessa aqui porque tem mais liberdade para passar	Segurando a canaleta mais grossa
45	<b>Ana Lua</b>	Na mais larguinha dá pra passar mais rápido	
46	<b>licenciando</b>	Agora, então, vou te dar duas de mesma largura	Entrega duas canaletas de mesma largura e comprimento diferentes
47	<b>Arthur</b>	Larguras iguais, mas tamanhos diferentes	
48	<b>Arthur</b>	Vou preferir passar nessa aqui, por ter menos área	Segurando a canaleta de menor comprimento
49	<b>Ana Lua</b>	Percurso é menor	
50	<b>licenciando</b>	Agora olha essas duas canaletas... elas têm mesma largura e mesmo tamanho? Que foram as duas coisas que vocês mencionaram	
51	<b>Arthur</b>	Aaah, agora elas têm o mesmo tamanho e mesma largura	
52	<b>Ana Lua</b>	verdade	
53	<b>Arthur</b>	Essas bolinhas presas aqui vão atrapalhar. Eu ia preferir passar por essa daqui porque tem mais espaço para passar	Segurando a canaleta com menos miçangas coladas
54	<b>Ana Lua</b>	Tem menos obstáculos	

Fonte: Os autores

Com as hipóteses levantadas a partir dos materiais oferecidos (Figura 39), é feito – pelos alunos – o teste de cada uma das hipóteses.



Figura 39: Canaletas à disposição dos alunos durante a aplicação (Fonte: Acervo pessoal)

Primeiro testamos as canaletas de espessuras diferentes, onde nosso objetivo era que os alunos conseguissem perceber que a corrente vai ter mais resistência quando percorrer um fio mais fino (tabela 16).

Tabela 16: trecho da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
56	<b>Arthur</b>	Essa aqui foi bem demorado. Até prendeu uma miçanga	Passando as miçangas pelas canaletas que comparam as áreas – de menor área
57	<b>Arthur</b>	Bem mais fácil	Passando as miçangas pela canaleta com maior área

Fonte: Os autores

Na hora da experiência, os alunos concordaram com as previsões que haviam feito. Tendo em vista que a canaleta escolhida foi a de menor espessura, entregamos aos alunos então duas canaletas de mesma espessura, mas comprimentos diferentes (Tabela 17). O objetivo nessa etapa é que eles relacionem o maior comprimento a ter uma maior resistência na passagem de corrente elétrica, que também foi a hipótese levantada por eles (tabela 15).

Tabela 17: trecho da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
58	<b>Arthur</b>	Parece que a maior tá percorrendo mais	Pegam as canaletas de comprimento diferentes e tentam passar as miçangas como plano inclinado

59	<b>Ana Lua</b>	Acho que ela chega mais rápido na maior	
60	<b>licenciando</b>	Por que vocês tentaram com a canaleta inclinada?	
61	<b>Arthur</b>	Para ir mais rápido	
62	<b>licenciando</b>	Mas iam preferir percorrer a que tem mais ou menos espaço?	
63	<b>Ana Lua</b>	A que tem menos espaço	
64	<b>Arthur</b>	Então o elétron também!	Justificando a escolha

Fonte: Os autores

Então se o aluno percebeu que a área e o comprimento influenciam na passagem de corrente elétrica, apresentamos duas novas canaletas de mesma espessura e mesmo comprimento. O objetivo dessa etapa é que pela organização das miçangas dentro da canaleta, o aluno reflita sobre qual seria a que tem menor resistência. Essa organização das canaletas é dada para tentar relacionar com elementos de materiais diferentes, onde todos os elementos são compostos de elétrons, mas a distribuição eletrônica é diferente. Todas as miçangas são iguais, mas estão organizadas de maneira diferente. Logo, uma canaleta com mais ou menos miçangas significa que é uma distribuição eletrônica diferente uma da outra, ou seja, uma comparação de materiais diferentes. Essa discussão também esteve presente na aplicação da atividade (Tabela 18).

Tabela 18: trecho da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
65	<b>licenciando</b>	As bolinhas que estão grudadas são iguais?	Utilizando as canaletas com mais ou menos miçangas coladas
66	<b>Arthur</b>	São iguais, mas estão distribuídas diferentes	
67	<b>licenciando</b>	Vamos lembrar... Como que os elétrons ficam nos elementos? Eles são iguais?	
68	<b>Ana Lua e Arthur</b>	Sim, sim	
69	<b>licenciando</b>	O que é diferente?	
70	<b>Ana Lua</b>	A distribuição	

Fonte: Os autores

A partir disso, os alunos perceberam que as canaletas com miçangas coladas de formas diferentes significam dois materiais diferentes, podendo então testar como a corrente se comportará do mesmo jeito em cada um dos materiais (Tabela 19).

Tabela 19: trecho da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
74	<b>licenciando</b>	Qual canaleta foi mais fácil, então?	
75	<b>Ana Lua</b>	A com menos obstáculos	

Fonte: Os autores

Sendo “obstáculos” presente no turno 75, da tabela 19, as miçangas coladas. Ou seja, os alunos optaram pela canaleta que tinha menos obstáculos, por consequência tendo menos resistência para a passagem das miçangas.

No fim dessa etapa, pedimos para os alunos relacionarem as variáveis que foram discutidas que influenciariam ao movimento organizado das cargas elétricas (Tabela 20).

Tabela 20: trecho da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
76	<b>licenciando</b>	Quais foram as coisas que nós comparamos?	
77	<b>Arthur</b>	Menos largura, maior tamanho e com mais ou menos bolinhas	
78	<b>licenciando</b>	A miçanga passando aqui é a corrente, né? Existe alguma coisa que pode atrapalhar a corrente de passar?	
79	<b>Ana Lua</b>	Algum obstáculo	
80	<b>licenciando</b>	Esse ‘obstáculo’ na eletrodinâmica, que atrapalha a movimentação da corrente, nós chamamos de resistência e é isso que estamos representando aqui.	Segurando as diferentes canaletas usadas nessa parte da atividade
81	<b>Ana Lua</b>	A resistência vai sempre dificultar a corrente	

Fonte: Os autores

A partir disso, percebemos que na sala havia equipamentos com fios diferentes e resolvemos mostrar para os alunos refletirem, conforme a tabela 21.

Tabela 21: Trecho da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
82	<b>Professor</b>	Estou te dando dois fios aí, qual você acha que a corrente tem mais facilidade de passar?	Pegando dois diferentes cabos: um de carregador de celular e outro de um estabilizador
83	<b>Arthur</b>	Nesse aqui, porque tem mais espessura, é maior, eu acho que esse aqui aguenta mais carga também	Preferindo o cabo do estabilizador

Fonte: Os autores

E ainda podemos fazer os alunos refletirem sobre a importância dos fios nos aparelhos eletrônicos que eles utilizam e/ou possuem em casa (Tabela 22)

Tabela 22: Trecho da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
93	<b>Arthur</b>	Então, tipo assim, um cabo se ele fosse ‘grossão’ e colocasse para carregar o celular, será que ele carregaria mais rápido?	
94	<b>Professor</b>	Sim, poderia acontecer.	
95	<b>Arthur</b>	Não haveria nenhum impedimento?	
96	<b>Professor</b>	poderia ter... porque a corrente que você precisa para carregar o celular não pode ser muito grande. Por isso que você separa. Aqui dentro tem um transformadorzinho, a voltagem tem que ser baixa, senão você pode queimar o aparelho. Mas seu raciocínio é muito bom, se você aumenta a grossura vai entrar mais corrente... Mas para carregar o celular você não precisa disso. Você precisa disso em outras coisas na casa, quais equipamentos que você acha que precisa de mais corrente para funcionar?	
97	<b>Arthur</b>	Ar condicionado	
98	<b>Ana Lua</b>	Microondas	

Fonte: Os autores

### 5.3 Atividade 3: Fonte Elétrica

O objetivo dessa parte da atividade é que os alunos entendam a importância desse elemento no circuito elétrico ao alimentar esse circuito. Voltamos à primeira atividade na qual cada um dos alunos obteve tempos diferentes ao fazerem a passagem das miçangas pela canaleta, indicando que cada um deles é uma fonte diferente e levamos isso para discussão dos alunos, presente na tabela 23.

Tabela 23: trecho da transcrição da atividade

Turno	Alunos	Falas transcritas	Breves comentários
99	licenciando	Lembra que na primeira experiência vocês tiveram tempos diferentes? Por que vocês acham que isso aconteceu?	
100	Arthur	Eu tava tendo dificuldade para pegar a bolinha, a mão dela é mais delicada. Eu derramei a parada aqui	O aluno ao realizar a experiência deixou algumas miçangas caírem no chão
101	Ana Lua	Acima da diferença entre eu e ele, acho que tem diferença entre o jeito que a gente fez, o de jogar... não sei se tem relação, mas é como se... o negócio de voltagem... de 220/110...	
102	licenciando	Mas e se fossem dois de você ou duas pessoas diferentes, demoraria o mesmo tempo? Teria as mesmas dificuldades?	
103	Arthur	Se fosse meu clone, eu acho que sim, teria o mesmo tempo	
104	Ana Lua	Isso	

Fonte: Os autores

Os alunos discutem sobre se fosse “um clone”, o tempo seria mantido, ou seja, a corrente seria munida no circuito da mesma forma; relacionando-as com fontes elétricas iguais ou diferentes, ao falarmos de distintas pessoas. Para essa experiência, utilizamos a canaleta inclinada onde pedimos aos alunos que as miçangas subissem por ela.

Tabela 24: trecho da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
107	<b>licenciando</b>	Você pode mover a miçanga. É natural que ela suba sozinha?	
108	<b>Arthur</b>	Tem que ter uma força	

Fonte: Os atores

A tabela 24 mostra que os alunos chegam no raciocínio de que sem eles as miçangas não vão conseguir atravessar a canaleta, precisando haver alguma coisa para que elas se movam, ou seja, é necessária “alguma força” para que haja passagem de corrente, assim como é relatado na tabela 25.

Tabela 25: trecho da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
117	<b>licenciando</b>	Para fazer com que uma miçanga passasse de uma caixinha para a outra, o que vocês precisaram fazer? Se deixasse ali parado ela ia passar?	
118	<b>Arthur</b>	Não!	
119	<b>licenciando</b>	Não ia haver corrente, né?! Então para que se tenha corrente, o que vai ser necessário?	
120	<b>Arthur</b>	Uma fonte	

Fonte: Os autores

A única conclusão que faltava para finalizarmos essa etapa era eles relacionarem, em palavras, que eles estavam atuando como fontes durante toda nossa atividade, presente na tabela 26.

Tabela 26: Trecho da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
121	<b>licenciando</b>	Isso! No nosso caso, do jeito que estamos trabalhando aqui, o que é nossa fonte?	
122	<b>Ana Lua</b>	É como se a gente fosse geradores?	
123	<b>Arthur</b>	Ah, tô entendendo	

Fonte: Os autores

#### 5.4 Atividade 4: Diferentes tipos de associação de resistores

A partir do momento que os alunos compreenderam os componentes elétricos que fazem parte de um circuito, nosso objetivo se transforma para que eles conheçam os tipos de circuitos que existem e quais são as características específicas de cada um deles.

Assim como em cada etapa da atividade, primeiro deixamos que os alunos se familiarizem com os materiais que seriam utilizados antes de começarmos as perguntas específicas e utilizamos materiais similares aos utilizados nas etapas anteriores. As atividades seguintes foram feitas mais rapidamente por conta do curto tempo que ainda tínhamos disponível com os alunos, por isso precisamos encurtar as discussões para que a atividade não ficasse incompleta para eles.

Antes de entrarmos em circuitos em série e em paralelo, discutimos sobre um circuito estar aberto ou fechado, primeiro ao remover a representação da fonte elétrica, presente na tabela 27.

Tabela 27: Trecho da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
141	<b>licenciando</b>	Se eu não tivesse a fonte, ou se eu tirasse a fonte daqui, aí eu vou tirar uma parte aqui, passa a mão... Vai ter como ter transporte de energia nela?	Retirando a fonte do circuito e deixando o circuito aberto
142	<b>Arthur</b>	É... Não vai ter como... vai ter como passar só até uma parte	
143	<b>licenciando</b>	Mas ela vai passar?	
144	<b>Arthur</b>	Não, ué	
146	<b>Arthur</b>	Isso aqui é a fonte, não é?	
147	<b>licenciando</b>	Isso	
148	<b>Arthur</b>	Se a fonte que gera energia, então não ter como mesmo não	

Fonte: Os autores

Retirar o elemento que fornece corrente elétrica para o circuito pode tornar “mais óbvio” para o aluno que o circuito está aberto ao invés da extração de outro componente, porém, quando removemos outro elemento do circuito, deixa dúvidas no aluno, como na tabela 28.

Tabela 28: Trecho da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
149	<b>licenciando</b>	E se eu tiver a fonte e tirar nessa outra parte aqui, ó. Como que vai ficar? Tenta aí!	Retira algum trecho do circuito
150	<b>Arthur</b>	Depende da direção, se a fonte tá aqui, vai passar energia	
151	<b>licenciando</b>	Mas vai chegar até a outra ponta?	
152	<b>Arthur</b>	Até a outra ponta não vai chegar, que aqui tem um buraco. Vai ser meio que... aqui ó... tem a fonte aqui ó... A energia vai passar, percorrer até aqui, mas vai parar aqui.	
153	<b>licenciando</b>	Então não tem transporte de energia se ela não consegue chegar até a fonte de novo. Circuito fechado é quando a corrente consegue sair e voltar para os 'terminais' da fonte	
154	<b>Ana Lua</b>	Então se tiver interrompido não é fechado...	

Fonte: Os autores

Mesmo com as respostas dos alunos demonstrando ter entendido sobre circuito fechado, pegamos uma pilha que estava sobre a mesa para aproximar as experiências com a realidade deles e ficar o menos abstrato possível. O intuito era que eles através da pilha compreendessem que toda fonte elétrica possui dois terminais e que ambos precisam estar conectados no circuito, conforme a tabela 29.

Tabela 29: Trecho da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
155	<b>licenciando</b>	Se estiver aberto de alguma forma, vai estar interrompido... isso aí. Por que eu falei a palavra terminais? A pilha é uma fonte de energia, concorda comigo?	Entrega uma pilha para os alunos
156	<b>Arthur</b>	Sim, sim, sim	
157	<b>licenciando</b>	Já reparou que cada ponta da pilha é diferente? É porque em cada ponta da pilha vai ter um terminal diferente, a pilha tem uma ponta que é positiva e a outra é negativa. Toda fonte também vai ter uma ponta positiva e uma ponta negativa.	

		Então para que o circuito esteja fechado é preciso que os dois extremos da fonte estejam conectados no circuito. Se ele só passasse em um dos terminais, é como se ele só estivesse ligado a um dos lados da pilha. Vai funcionar se você só usar uma das pontas da pilha?	
158	<b>Arthur</b>	Não	
159	<b>licenciando</b>	Você precisa conectar dos dois lados, certo?	
160	<b>Arthur</b>	Isso, isso	

Fonte: Os autores

Permanecemos nesse tópico de fonte e circuito fechado pois os alunos permaneceram com algumas dúvidas e para esse kit consideramos ser importante que os alunos passem para a próxima etapa tendo conseguido se desenvolver nas etapas anteriores. Feito isso, falta a discussão dos tipos de associação de resistores.

#### 5.4.1 Associação em Série

Começamos com a associação em série. Nossa meta era a percepção de que a corrente que vai passar em quaisquer resistências será a mesma para esta configuração do circuito (Tabela 30).

Tabela 30: Trecho da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
165	<b>licenciando</b>	A mesma bolinha que passou em uma resistência vai passar na outra ou não?	
166	<b>Arthur</b>	Sim, as mesmas	
167	<b>licenciando</b>	Então num circuito em série a corrente vai ser igual ou diferente?	
168	<b>Arthur</b>	Igual	

Fonte: Os Autores

Para esse momento, fizemos questão de deixar as resistências iguais de modo a não termos muitas variáveis para os alunos que desviassem a atenção deles (Figura 40).

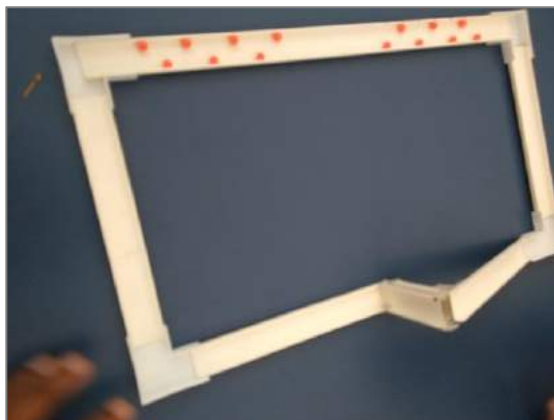


Figura 40: Associação em série (Fonte: Acervo pessoal)

Ao se deparem com essa combinação de resistências já montada, os alunos pediram para alterar a posição para verificar se o circuito permaneceria em série ou não, conforme a discussão presente na tabela 31.

Tabela 31: Trecho da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
170	<b>Ana Lua</b>	E se a resistência estiver do outro lado?	
171	<b>licenciando</b>	Como? Aqui?	Modifica a resistência para o lugar que a aluna apontou
172	<b>Ana Lua</b>	Isso	
173	<b>licenciando</b>	Arthur, passa o dedinho aí e leva as miçangas... passou do mesmo jeito nas duas resistências ou não?	
174	<b>Ana Lua</b>	Sim...	

Fonte: Os autores

Como o kit é feito com canaletas, podemos a todo instante modificar a composição, como um quebra cabeça e utilizar conforme os alunos forem elaborando suas dúvidas, até deixando que eles organizem da maneira que acharem melhor, figura 41.

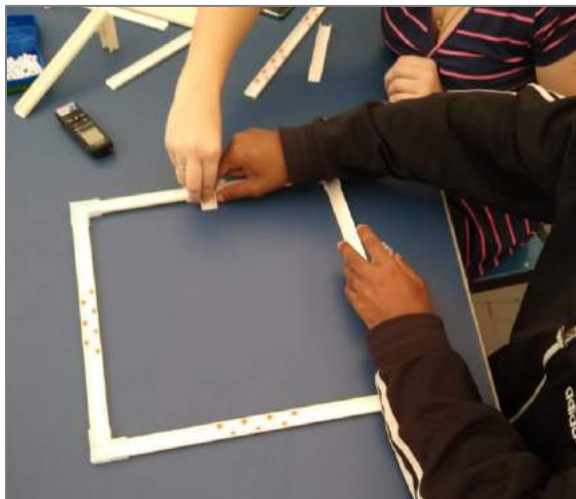


Figura 41: nova organização dos resistores feita pelos alunos (Fonte: Acervo pessoal)

Por meio do questionamento feito pela aluna, abordamos outra possível combinação dos nossos resistores (modificando a organização das canaletas com miçangas coladas) de modo a eles testarem como a corrente se comportaria, concluindo que, com essa nova organização, as resistências também estavam em série. Contudo a insegurança quanto à fonte elétrica versus circuito aberto permaneceu e voltou a ser motivo de questionamento – conforme tabela 32 – apesar disso, a percepção da corrente elétrica ser a mesma foi atingido.

Tabela 32: Trecho da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
176	<b>Ana Lua</b>	Então se estiver em série, vai ser fechado?	
177	<b>licenciando</b>	Para um circuito funcionar, ele tem que estar fechado, lembra? Então o que acontece com a corrente num circuito em série, afinal?	
180	<b>Arthur</b>	Ela fica indo e voltando	
181	<b>licenciando</b>	Mas ela muda?	
182	<b>Arthur</b>	Não	
183	<b>licenciando</b>	Você pode fazer isso várias vezes, mas ela tem sempre um caminho a seguir...	

Fonte: Os autores

#### **5.4.2 Associação em paralelo**

Visto que nosso foco está no comportamento da corrente elétrica no circuito, quando falamos de associação de resistores em paralelo quisemos que os alunos percebessem que a

corrente vai ser dividida quando encontrar um “nó”, mas havendo resistência, vai haver passagem de corrente.

Montamos um circuito em paralelo com resistências iguais para que o primeiro foco fosse sobre o comportamento da corrente ao encontrar um desvio “no seu caminho” (Figura 42).

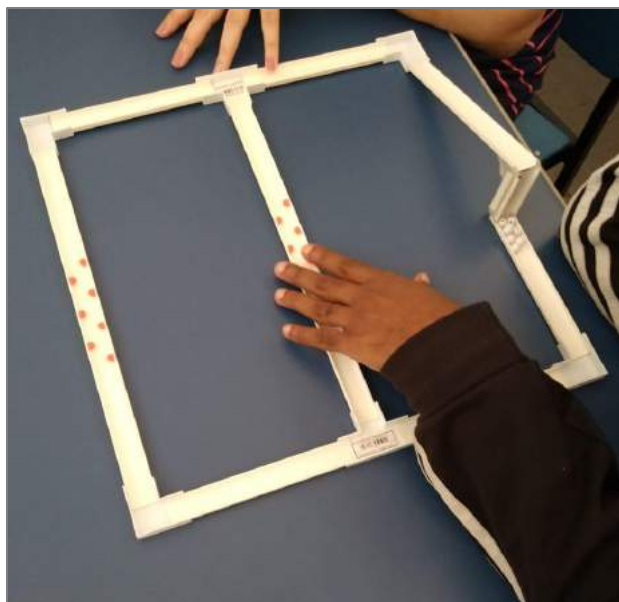


Figura 42: Associação em paralelo com resistências iguais (Fonte: Acervo pessoal)

Pedimos para que os alunos escolhessem duas resistências iguais para comporem nosso circuito. Após a montagem, indagamos a eles sobre como o circuito funcionaria com essa organização, ao terem certeza de que o circuito está fechado a discussão se baseou no que ocorreria ao se deparar com uma bifurcação nos possíveis caminhos, o que chamamos de nós do circuito (Tabela 33).

Tabela 33: Trecho da transcrição da atividade

Turno	Alunos	Falas transcritas	Breves comentários
193	<b>licenciando</b>	Nesse ponto aí... Tem dois caminhos, né? O que vai acontecer?	No “nó” do circuito
194	<b>Arthur</b>	Eu acho que ela vai continuar, cara, não...	
195	<b>Ana Lua</b>	Eu acho que ela devia passar por ele	
196	<b>licenciando</b>	E agora?	
197	<b>Arthur</b>	Eu acho que vai continuar...	

Fonte: Os autores

Não pareceu muito claro o que os alunos estavam querendo dizer com “vai continuar”, então pedimos para que eles representassem no nosso circuito as suas hipóteses (Tabela 34).

Tabela 34: Trecho da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
201	<b>Arthur</b>	Vou representar com a bolinha aqui, ó, se tivesse com várias bolinhas aqui ó... algumas vão vir pra cá (indo para um dos lados) e um pouquinho para cá.	Pega várias miçangas e as conduz pelos caminhos possíveis
202	<b>licenciando</b>	Então chega no outro ponto e o que acontece com elas?	No final do ‘caminho’. No outro nó.
203	<b>Arthur</b>	Elas se encontram	
204	<b>licenciando</b>	E naquele outro ponto de lá?	
205	<b>Ana Lua</b>	Elas se dividiram	

Fonte: Os autores

Sabendo que a corrente se divide, resta saber como é feita essa separação e se isso tem alguma relação com as resistências colocadas no circuito (Tabela 35).

Tabela 35: Trecho da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
212	<b>licenciando</b>	Nesse nosso caso aqui da mesa, as resistências são iguais ou diferentes?	
213	<b>Arthur</b>	Mesma quantidade... são iguais	
214	<b>licenciando</b>	Desse jeito, ela vai se dividir de forma igual ou de forma diferente, então?	
215	<b>Arthur</b>	Igual. Se as resistências são iguais, a tendência é que se divida igual	
216	<b>Arthur</b>	Mas pensando aqui, a corrente não vai saber qual resistência ela vai encontrar na frente.	
217	<b>licenciando</b>	E se eu te disser que ela já sabe?	
218	<b>Ana Lua</b>	Acho que como as resistências são iguais e ela já sabe que as resistências são iguais, ela vai se dividir de forma igual também. Tipo, ela sabe que as duas são iguais, mas ela tem preferência pela que tem menor resistências, né?! Mas ela	

		sabe que são iguais, então ela vai se dividir de forma igual	
219	<b>Arthur</b>	Então ela vai se dividir de forma igual	

Fonte: Os Autores

Como são as resistências que alteram a quantidade de corrente que se divide para cada ramo do circuito, ou seja, caso tenhamos resistências iguais a corrente se divide da mesma forma, o mesmo não acontecerá quando tivermos resistências diferentes (Tabela 36).

Tabela 36: Trecho da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
222	<b>licenciando</b>	Se tem maior resistência, a corrente vai preferir passar por lá, ou não?	
223	<b>Arthur</b>	Não, não	
224	<b>licenciando</b>	Vai ter corrente pros dois lados, né?! Como que vai ser? Tem várias miçangas aqui no ponto que elas se dividem.	
225	<b>Arthur</b>	Vai vir mais pra cá e alguma pra cá	Colocando várias miçangas para percorrer o caminho da menor resistência e uma pra de maior resistência
226	<b>licenciando</b>	Uma só? Por que menor resistência que a corrente prefere passar ou é a maior?	
227	<b>Arthur</b>	Sim, ela prefere na menor, né	
228	<b>licenciando</b>	Mas tem sempre alguém que quer passar pelo caminho mais difícil	
229	<b>Ana Lua</b>	Tem sempre alguém do contra	

Fonte: Os autores

Na tabela 36 os alunos concluíram que haverá uma divisão da corrente em menor quantidade quando a resistência for maior e em maior quantidade quando a resistência for maior.

A teoria nos diz que a corrente elétrica que sai da associação em paralelo tem o mesmo valor da que entra e levamos essa pergunta para os alunos, presente na tabela 37.

Tabela 37: Trecho da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
--------------	---------------	--------------------------	---------------------------

237	<b>licenciando</b>	Mas e a quantidade dela? A que saiu é igual à que entrou?	
238	<b>Ana Lua</b>	Acho que sim, né, Arthur?	
239	<b>Arthur</b>	É... Exatamente	
240	<b>Ana Lua</b>	Porque elas se encontram aqui, né?	
241	<b>Arthur</b>	Sim, sim. Isso sim, elas se encontram aqui na mesma quantidade	
242	<b>licenciando</b>	É essa a questão. Elas saem na mesma quantidade. Elas se dividem de acordo com a resistência, mas elas voltam com a mesma quantidade ou quantidades diferentes?	
243	<b>Arthur e Ana Lua</b>	Mesma quantidade	

Fonte: Os autores

Nosso tempo com os alunos já estavam acabando e, por isso, não conseguimos trabalhar o que aconteceria caso o circuito fosse misto e optamos por sintetizar o que eles haviam entendido até então sobre os dois tipos de associação de resistores (Tabela 38)

Tabela 38: Trecho da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
250	<b>Arthur</b>	A tendência é ela passar pelo caminho de menor resistência e uma parcela menor pela de maior resistência	
251	<b>licenciando</b>	Então elas se dividem?	
252	<b>Arthur</b>	Isso	
253	<b>licenciando</b>	Mas e na em série? Peraí que eu vou montar de novo um circuito em série	Monta o circuito em série
254	<b>Arthur</b>	A corrente é a mesma nas duas resistências	

Fonte: Os autores

Mesmo que em muitas argumentações não utilizaram os termos corretos aceitos pela Física, conseguimos fazer com que os alunos caminhassem para a compreensão do fenômeno além dos termos técnicos. Apesar da aplicação ter sido feita na metade do tempo planejado – o que impossibilitou deixar os alunos se alongarem nas criações das hipóteses e soluções –

conseguimos passar por todas as etapas da atividade e avaliar que nosso produto foi importante na construção do conhecimento desses alunos.

Ainda que nosso kit tenha o objetivo de ser inclusivo, nossa motivação foi em consequência de alunos com deficiência visual presentes em sala de aula e por isso a validação deles foi de extrema importância em todo processo de elaboração da atividade, o que não poderia faltar na etapa de aplicação final, por isso, ao finalizarmos, questionamos o aluno sobre as opiniões dele acerca do que ele vivenciou e obtivemos três importantes alegações – presente na tabela 39.

Tabela 39: Trecho da transcrição da atividade

<b>Turno</b>	<b>Alunos</b>	<b>Falas transcritas</b>	<b>Breves comentários</b>
190	<b>Arthur</b>	Posso usar o dedo mesmo?	Ao conduzir a corrente pelas associações de resistores
271	<b>Arthur</b>	O contraste das bolinhas podia ser preto e branco. Acho que só isso mesmo.	Ele estava com uma bolinha branca na canaleta branca e a cor não favoreceu à atividade
277	<b>Arthur</b>	A bolinha e a cor. Só isso mesmo.	Além do contraste da cor, o aluno pediu para usar uma bolinha maior do que a que foi sugerida.

Fonte: Os autores

A vantagem de a aplicação ter sido feita a todo instante com alunos deficientes visuais é ter a percepção de aspectos que eles conhecem, como uma validação de que a atividade cumpre com o seu objetivo. Caso fizéssemos uma atividade com grupo misto haveria a possibilidade de não obtermos um levantamento do que pode ser aprimorado. Nos foi ressaltado o contraste entre as cores e tamanhos das miçangas que serviam de corrente elétrica e do manuseamento difícil quando se tratar de uma quantidade maior de pequenas miçangas, por isso o aluno preferiu utilizar o dedo em alguns momentos ou fazer uso de uma miçanga de maior tamanho que também lhe foi disponibilizada.

## 6. Considerações finais

Meu primeiro contato com atividades investigativas se deu através do PIBID/UFRJ – Física onde pude perceber o quanto o ensino de Física pode ser mais atrativo para os alunos. E foi por conta desse projeto que fui desafiada a criar materiais em que todos os alunos presentes em sala de aula pudessem participar, independentemente de ter ou não algum tipo de deficiência, fato que a graduação não me preparou para encarar, me tornando, assim, uma professora mais preparada para os desafios da prática de sala de aula.

Essa proposta de trabalho, mesmo que tendo como público-alvo alunos com deficiência visual tem como principal objetivo ser acessível a qualquer aluno quando o conteúdo de circuitos elétricos for o tema. Fizemos questão de aplicar com alunos deficientes visuais para que eles pudessem nos guiar e, assim, fazermos mudanças no kit de modo a um melhor aproveitamento. Tentamos criar uma atividade que trabalhasse macroscopicamente um assunto que se tratar de elementos de ordem microscópica e por isso se torna abstrato já que não pode “ser visto” pelos alunos assim como outros conteúdos da Física.

Apesar da proposta da atividade ser feita para dois dias de aplicação, não havia tempo disponível para que fizéssemos conforme o planejado e, por isso, algumas partes da atividade precisaram ser encurtadas como a não utilização de diferentes resistências quando falado sobre as associações (mesmo que elas estejam disponíveis no kit) e, assim, direcionando mais as perguntas aos alunos ou até já dando a resposta, dificultando a troca de saberes entre eles. Além da atividade ter sido aplicada apenas com dois alunos, fazendo com que eles não se sentissem tão confortáveis para discutir mais sobre as perguntas que estavam sendo feitas. Mesmo assim, consideramos que a ideia inicial para o formalismo do conteúdo foi bem absorvido pelos alunos envolvidos na atividade, sabendo diferenciar o que são as grandezas necessárias para o ensino de circuitos elétricos, além disso, é o manuseio que dá significado para o trabalho investigativo, o que foi possibilitado a todo instante da atividade.

Alguns detalhes que precisam de modificações que percebemos ou foi nos dito durante a aplicação foram: na primeira atividade, onde cronometramos o tempo de cada aluno ao passar pela canaleta, seria melhor a utilização de caixinhas com maior altura, para que o “quique” das miçangas sejam evitados; o enfoque maior no comportamento da corrente elétrica, podendo ser mais explorado a tensão elétrica numa próxima oportunidade; seria mais interessante o uso de miçangas mais coloridas ou que deem maior contraste com as canaletas por ser melhor para alunos que tenham baixa visão e utilizar miçangas de maior diâmetro quando trabalharmos com as associações de resistores e os circuitos mistos.

Por fim, acreditamos que essa é uma atividade que ainda possa ser aprimorada e utilizada para diferentes objetivos, de modo a abranger todo o conteúdo da eletrodinâmica, mas que foi bem aceita pelos alunos e que despertou o interesse em alunos que antes não pareciam estar tão interessados no conteúdo. Me marcou muito a expressão dos alunos que tiveram contato com a atividade quando falávamos que havíamos feito pensando neles, mas que também poderia servir para toda a turma, seja por eles se sentirem “sendo parte” ou por pedirem ao professor que a atividade fosse levada para sala de aula quando o conteúdo fosse formalizado: “Pode até levar o material para sala pra eu aprender melhor, professor” – disse o aluno ao final da transcrição.

## 7. Referências

AZEVEDO, M.C.P.S. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula**. In: CARVALHO, A.M.P.(org.). Ensino de Ciências. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, (2004) p.19-33.

BARRETO FILHO, Benigno. **Física aula por aula : Eletromagnetismo**, física moderna, 3º ano / Benigno Barreto Filho, Claudio Xavier da Silva. – 3. Ed. – São Paulo : FTD, 2016.

BORGES, A.T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. V19, N3, 2002, UFSC, Florianópolis, p.291-313.

BRASIL. Congresso Nacional. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, 1988. Disponível em: < <https://bit.ly/2vWPsf2> >. Acesso em: 25 de março de 2020.

BRASIL. Congresso Nacional. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação** (Lei n. 9.394). Brasília, 1996. Disponível em: < <https://bit.ly/341GjyA> >. Acesso em: 26 de março de 2020.

BRASIL. Decreto n 3.956, de 8 de outubro de 2001. Promulga a Convenção Interamericana para a Eliminação de Todas as Formas de Discriminação contra as Pessoas Portadoras de Deficiência. Brasília, 2001. Disponível em: < <https://bit.ly/3bBj13U> >. Acesso em 26 de março de 2020.

BRASIL. Decreto n. 6.094, de 24 de abril de 2007. Dispõe sobre a implementação do Plano de Metas Compromisso Todos pela Educação, pela União Federal, em regime de colaboração com Municípios, Distrito Federal e Estados, e a participação das famílias e da comunidade, mediante programas e ações de assistência técnica e financeira, visando a mobilização social pela melhoria da qualidade da educação básica. Brasília, 2007. Disponível em: < <https://bit.ly/2WSfStC> >. Acesso em 26 de março de 2020.

BRASIL. Decreto n. 6.571, de 17 de setembro de 2008. Dispõe sobre o atendimento educacional especializado, regulamenta o parágrafo único do art. 60 da Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, e acrescenta dispositivo ao Decreto no 6.253, de 13 de novembro de 2007. Brasília, 2008. Disponível em: < <https://bit.ly/2QXRaUW> >. Acesso em 26 de março de 2020.

BRASIL. Decreto n. 6.949, de 25 de agosto de 2009. Promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007. Brasília, 2009. Disponível em: < <https://bit.ly/2vWTIAE> >. Acesso em 26 de março de 2020.

BRASIL. Decreto n.5.296, de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis nos 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 10.098, de 19 de dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Brasília, 2004. Disponível em: < <https://bit.ly/3cQliZo> >. Acesso em 09 de junho de 2020.

BRASIL. Decreto n.7.611, de 17 de novembro de 2011. Dispõe sobre a educação especial, o atendimento educacional especializado e dá outras providências. Brasília, 2011a. Disponível em: < <https://bit.ly/2UNGadA> >. Acesso em 27 de março de 2020.

BRASIL. Decreto n.7.612, de 17 de novembro de 2011. Institui o Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência - Plano Viver sem Limite. Brasília, 2011b. Disponível em: < <https://bit.ly/39rtVcd> >. Acesso em 27 de março de 2020

BRASIL. Lei n.12.764, de 27 de dezembro de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista; e altera o § 3º do art. 98 da Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990. Brasília, 2012. Disponível em: < <https://bit.ly/2UKkejH> >. Acesso em 27 de março de 2020

BRASIL. Lei n.13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências. Brasília, 2014. Disponível em: < <https://bit.ly/2QX1cpj> >. Acesso em 27 de março de 2020

BRASIL. Lei n.13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da Pessoa com Deficiência). Brasília, 2015. Disponível em: < <https://bit.ly/3bEINWd> >. Acesso em 28 de março de 2020

BRASIL. Ministério da Educação. **Censo Escolar**. 2018. Brasília, DF: INEP, 2019. Disponível em: < <https://bit.ly/2XOPEZ4> >. Acesso em 10 de Junho de 2020

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

FRANCO, Simone. **Lei Brasileira de Inclusão entra em vigor e beneficia 45 milhões de pessoas**. Senado notícias, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/39njK8s> . Acesso em: 27 de março de 2020.

GUIMARÃES, Luiz Alberto Mendes. **Física: Eletricidade e Ondas**/ Luiz Alberto Guimarães, Marcelo Cordeiro Fonte Boa; [Ilustrações Marcelo Pamplona]. Niterói, RJ. Galera Hiperfísica, 2010.

HEWITT, P. G. **Física conceitual** / Paul G. Hewitt ; tradução : Trieste Freire Ricci; revisão técnica: Maria Helena Gravina. – 11. Ed. – Porto Alegre : Bookman, 2011.

MANTOAN, M. T. E. **Inclusão Escolar – O que é? Por quê? Como fazer?**. 2ª reimpressão. São Paulo: Summus Editorial, 2015.

Organização Mundial da Saúde (OMS). **World report on vision**. Geneva: World Health Organization; 2019. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO. Disponível em: < <https://bit.ly/2AospvY> >. Acesso em 09 de junho de 2020.

SASSERON, L. H.; MACHADO, V. F. **Alfabetização Científica na prática**: inovando a forma de ensinar Física. 1. Ed. São Paulo. Editora Livraria da Física, 2017.

## 8. APÊNDICE A – Transcrição da aplicação da atividade

Tabela 40: Falas transcritas divididas em episódios da aplicação

Aplicação da atividade		
Episódios	Turnos	Descrição
01	01 ao 40	Primeira atividade: corrente elétrica
02	41 ao 98	Segunda atividade: Resistência elétrica
03	99 ao 125	Terceira atividade: Fonte elétrica
04	126 ao 244	Tipos de associação de resistores
05	245 ao 283	Quarta atividade: circuito misto e considerações finais

Fonte: Os Autores

Tabela 41: Falas transcritas

Turno	Alunos	Falas transcritas	Breves comentários
01	licenciando	Vocês acham que se eu colocasse mais miçangas para vocês atravessarem de uma caixinha pra outra? seria mais rápido ou mais devagar?	A transcrição começou a ser feita depois dos dois alunos terem feito a passagem de todas as miçangas de uma caixinha para outra e terem comparado o tempo dos dois
02	Arthur	Mais tempo	
03	licenciando	E se eu colocasse menos miçangas?	
04	Arthur	Menos tempo	
05	Licenciando	Quando você liga alguma coisa na tomada, ela demora a ligar? A miçanga demorou a passar aqui, como você explica isso?	
06	Arthur	Eu lembro que o professor disse que tem umas terminações de elétrons que fica tudo junto, sabe?! Como se fosse... tipo...	O aluno monta um sistema para representar o que quer dizer
07	Arthur	Aqui tem uns elétrons, como se fosse num fiozinho, aí se esbarra enquanto uma toca na outra, vai esbarrando, esbarrando até que solta aqui!	

08	<b>licenciando</b>	Será que a gente consegue imitar isso aqui?	Dando as canaletas e miçangas que foram utilizadas na atividade
09	<b>Arthur</b>	Acho que pode ser	Espalha as miçangas pela canaleta
10	<b>licenciando</b>	Então os fios ficam desse jeito? Cheio de elétrons dentro?	
11	<b>Arthur</b>	É... Basicamente isso...	Apontando para o esquema
12	<b>licenciando</b>	E se eu pedir para vocês passarem de novo as miçangas de uma caixinha para a outra?	
13	<b>Ana Lua</b>	Vai ser empurrado	
14	<b>Arthur</b>	Vai chegar mais rápido	
15	<b>licenciando</b>	A miçanga que você colocou vai chegar mais rápido na outra ponta? O que vai acontecer com a outra extremidade?	Pega uma miçanga da caixinha e entrega para o aluno
16	<b>Arthur</b>	A outra extremidade vai cair, porque eu empurrei a bolinha aqui	
17	<b>licenciando</b>	Mas é a mesma bolinha que você colocou na outra ponta?	
18	<b>Arthur</b>	É. São iguais, é a mesma coisa.	
19	<b>licenciando</b>	São iguais, mas é a mesma coisa?	
20	<b>Ana Lua</b>	Não, não é a mesma coisa	
21	<b>licenciando</b>	Então quando a gente liga na tomada, logo carrega porquê...	
22	<b>Arthur</b>	A bolinha chega na outra ponta	
23	<b>licenciando</b>	Mas é a mesma que você colocou?	
24	<b>Professor</b>	Tem uma diferença entre ser igual e ser a mesma	
25	<b>Arthur</b>	Não. Não é a mesma!	
26	<b>licenciando</b>	E por que são iguais?	
27	<b>Arthur</b>	Por conta do formato, tamanho, dos furinhos..	
28	<b>licenciando</b>	Mas e se pensarmos no fio, no que tá dentro dele.. São coisas iguais ou diferentes?	
29	<b>Arthur</b>	Aaaaaah, são coisas iguais	
30	<b>licenciando</b>	O que tem dentro do fio?	

31	<b>Arthur</b>	Cobre	
32	<b>licenciando</b>	Vamos pensar nos elétrons... Todos são iguais?	
33	<b>Arthur</b>	Eu acho que não	
34	<b>Ana Lua</b>	Sim, são iguais	
35	<b>licenciando</b>	Vamos lembrar lá de química... O que diferencia dois elementos diferentes? Eles têm a mesma quantidade de elétrons?	
36	<b>Ana Lua</b>	Não, mas o elétron que está em um é igual ao que está no outro	
37	<b>Arthur</b>	Eu associei um ter mais carga com ter mais quantidade	
38	<b>Arthur</b>	Corrente elétrica é um amontoado de elétrons com um meio de propagação	
39	<b>licenciando</b>	Cada um de vocês teve a mesma quantidade de miçangas de uma caixinha pra outra?	
40	<b>Arthur</b>	Então a corrente está sendo essa transmissão de cargas pela canaleta	
41	<b>licenciando</b>	Tem duas canaletas na frente de vocês, o que elas têm de diferentes?	Duas canaletas de largura diferente
42	<b>Arthur</b>	Uma é mais estreita e a outra é mais abertinha	
43	<b>licenciando</b>	Se vocês fossem a corrente, por qual vocês iam preferir passar?	
44	<b>Arthur</b>	Nessa aqui porque tem mais liberdade para passar	Segurando a canaleta mais grossa
45	<b>Ana Lua</b>	Na mais larguinha dá pra passar mais rápido	
46	<b>licenciando</b>	Agora, então, vou te dar duas de mesma largura	Entrega duas canaletas de mesma largura e comprimento diferentes
47	<b>Arthur</b>	Larguras iguais, mas tamanhos diferentes	
48	<b>Arthur</b>	Vou preferir passar nessa aqui, por ter menos área	Segurando a canaleta de menor comprimento
49	<b>Ana Lua</b>	Percurso é menor	
50	<b>licenciando</b>	Agora olha essas duas canaletas... elas têm mesma largura e mesmo tamanho? Que foram as duas coisas que vocês mencionaram	

51	<b>Arthur</b>	Aaah, agora elas têm o mesmo tamanho e mesma largura	
52	<b>Ana Lua</b>	verdade	
53	<b>Arthur</b>	Essas bolinhas presas aqui vão atrapalhar. Eu ia preferir passar por essa daqui porque tem mais espaço para passar	Segurando a canaleta com menos miçangas coladas
54	<b>Ana Lua</b>	Tem menos obstáculos	
55	<b>licenciando</b>	Agora vamos testar todos?	
56	<b>Arthur</b>	Essa aqui foi bem demorado. Até prendeu uma miçanga	Passando as miçangas pelas canaletas que comparam as áreas – de menor área
57	<b>Arthur</b>	Bem mais fácil	Passando as miçangas pela canaleta com maior área
58	<b>Arthur</b>	Parece que a maior tá percorrendo mais	Pegam as canaletas de comprimento diferentes e tentam passar as miçangas como plano inclinado
59	<b>Ana Lua</b>	Acho que ela chega mais rápido na maior	
60	<b>licenciando</b>	Por que vocês tentaram com a canaleta inclinada?	
61	<b>Arthur</b>	Para ir mais rápido	
62	<b>licenciando</b>	Mas iam preferir percorrer a que tem mais ou menos espaço?	
63	<b>Ana Lua</b>	A que tem menos espaço	
64	<b>Arthur</b>	Então o elétron também!	
65	<b>licenciando</b>	As bolinhas que estão grudadas são iguais?	Utilizando as canaletas com mais ou menos miçangas coladas
66	<b>Arthur</b>	São iguais, mas estão distribuídas diferentes	
67	<b>licenciando</b>	Vamos lembrar... Como que os elétrons ficam nos elementos? Eles são iguais?	
68	<b>Ana Lua e Arthur</b>	Sim, sim	

69	<b>licenciando</b>	O que é diferente?	
70	<b>Ana Lua</b>	A distribuição	
71	<b>Arthur</b>	A quantidade. Se for inclinar...	
72	<b>licenciando</b>	Mas ela não tá sempre inclinada, né, vocês estão roubando	
73	<b>Arthur</b>	Vocês são falaram das restrições	
74	<b>licenciando</b>	Qual canaleta foi mais fácil, então?	
75	<b>Ana Lua</b>	A com menos obstáculos	
76	<b>licenciando</b>	Quais foram as coisas que nós comparamos?	
77	<b>Arthur</b>	Menos largura, maior tamanho e com mais ou menos bolinhas	
78	<b>licenciando</b>	A miçanga passando aqui é a corrente, né? Existe alguma coisa que pode atrapalhar a corrente de passar?	
79	<b>Ana Lua</b>	Algum obstáculo	
80	<b>licenciando</b>	Esse 'obstáculo' na eletrodinâmica, que atrapalha a movimentação da corrente, nós chamamos de resistência e é isso que estamos representando aqui.	Segurando as diferentes canaletas usadas nessa parte da atividade
81	<b>Ana Lua</b>	A resistência vai sempre dificultar a corrente	
82	<b>Professor</b>	Estou te dando dois fios aí, qual você acha que a corrente tem mais facilidade de passar?	Pegando dois diferentes cabos: um de carregador de celular e outro de um estabilizador
83	<b>Arthur</b>	Nesse aqui, porque tem mais espessura, é maior, eu acho que esse aqui aguenta mais carga também	Preferindo o cabo do estabilizador
84	<b>licenciando</b>	Ou seja, então o fato dele ser mais grosso, ter uma espessura maior, fica mais fácil para a carga ultrapassar? É isso?	
85	<b>Arthur</b>	É... E gera mais carga também	
86	<b>Professor</b>	Você acha que a carga é gerada aí?	
87	<b>Arthur</b>	é, basicamente... Não, tem algum condutor primeiro... Da energia elétrica, um negócio assim	

88	<b>licenciando</b>	Mas desse jeito que está aí, a carga está sendo gerada? Desse jeito que está na mesa	
89	<b>Professor</b>	Isso aí é um estabilizador. Essa mão direita sua está onde a gente liga na tomada e a sua esquerda é onde você encaixa outras coisas. Então esse aí tá desligado, se tá desligado você não tem energia aí... Se não tem energia você não tem um movimento organizado aí, né?!”	
90	<b>Arthur</b>	Sim... com certeza!	
91	<b>Professor</b>	Isso que você percebeu é interessante, que o fio mais grosso tem uma resistência menor. É mais fácil passar. Você deve perceber que na sua casa existem coisas que tem fio mais grosso e outras que tem um fio mais fino. O fio mais grosso é sempre aquele que é mais fácil a corrente passar, tem menos resistência.	
92	<b>Ana Lua</b>	Então, quanto menor a resistência, maior é a corrente?	
93	<b>Arthur</b>	Então, tipo assim, um cabo se ele fosse ‘grossão’ e colocasse para carregar o celular, será que ele carregaria mais rápido?	
94	<b>Professor</b>	Sim, poderia acontecer.	
95	<b>Arthur</b>	Não haveria nenhum impedimento?	
96	<b>Professor</b>	poderia ter... porque a corrente que você precisa para carregar o celular não pode ser muito grande. Por isso que você separa. Aqui dentro tem um transformadorzinho, a voltagem tem que ser baixa, senão você pode queimar o aparelho. Mas seu raciocínio é muito bom, se você aumenta a grossura vai entrar mais corrente... Mas para carregar o celular você não precisa disso. Você precisa disso em outras coisas na casa, quais equipamentos que você acha que precisa de mais corrente para funcionar?	
97	<b>Arthur</b>	Ar condicionado	

98	<b>Ana Lua</b>	Microondas	
99	<b>licenciando</b>	Lembra que na primeira experiência vocês tiveram tempos diferentes? Por que vocês acham que isso aconteceu?	
100	<b>Arthur</b>	Eu tava tendo dificuldade para pegar a bolinha, a mão dela é mais delicada. Eu derramei a parada aqui	O aluno ao realizar a experiência deixou algumas miçangas caírem no chão
101	<b>Ana Lua</b>	Acima da diferença entre eu e ele, acho que tem diferença entre o jeito que a gente fez, o de jogar... não sei se tem relação, mas é como se... o negócio de voltagem... de 220/110...	
102	<b>licenciando</b>	Mas e se fossem dois de você ou duas pessoas diferentes, demoraria o mesmo tempo? Teria as mesmas dificuldades?	
103	<b>Arthur</b>	Se fosse meu clone, eu acho que sim, teria o mesmo tempo	
104	<b>Ana Lua</b>	Isso	
105	<b>licenciando</b>	Vocês repararam que inclinaram a canaleta para passar as miçangas? Em cima da mesa a gente tem uma outra canaleta, dessa vez ela já está inclinada. Agora eu quero que as miçangas, sem que a canaleta seja movida, que as miçangas subam.	Nessa hora é a repetição da primeira atividade com a diferença da canaleta ser uma “rampa”
106	<b>Arthur</b>	Agora você está complicando, tem que dar um peteleco	
107	<b>licenciando</b>	Você pode mover a miçanga. É natural que ela suba sozinha?	
108	<b>Arthur</b>	Tem que ter uma força	
109	<b>licenciando</b>	Ou alguém pra empurrar?	
110	<b>Arthur</b>	Deixa eu ver assim...	Movendo as miçangas através da canaleta
111	<b>licenciando</b>	O jeito que ela for empurrar, vai ser do mesmo jeito que você fez?	Perguntando ao Arthur, que diz que não com a cabeça
112	<b>Ana Lua</b>	Pode carregar assim?	

113	<b>licenciando</b>	O importante é que vocês percebam que para cada pessoa elas vão ser transportadas de forma diferente. E aí que entra o que você falou de 110V/220V, são valores diferentes, está carregando a corrente de forma diferente. Então é como se fosse a energia que alguma coisa dá para que a corrente passe. Lembra que vocês falaram que o fio mais grosso vai passar mais carga e o mais fino vai passar menos carga?	
114	<b>Arthur e Ana Lua</b>	UHUM	
115	<b>licenciando</b>	Mas quando eu conecto na tomada, se a tomada foi igual, vai dar a mesma energia para cada um deles?	
116	<b>Arthur e Ana Lua</b>	UHUM	
117	<b>licenciando</b>	Então eu estou dando a mesma voltagem. No caso, a gente chama energia como voltagem... Então cada pessoa entre vocês dois eram fontes de energias diferentes. Esse transporte de miçangas, que vocês tiveram tempos diferentes, foi por serem fontes de energia diferentes. Para fazer com que uma miçanga passasse de uma caixinha para a outra, o que vocês precisaram fazer? Se deixasse ali parado ela ia passar?	
118	<b>Arthur</b>	Não!	
119	<b>licenciando</b>	Não ia haver corrente, né?! Então para que se tenha corrente, o que vai ser necessário?	
120	<b>Arthur</b>	Uma fonte	
121	<b>licenciando</b>	Isso! No nosso caso, do jeito que estamos trabalhando aqui, o que é nossa fonte?	
122	<b>Ana Lua</b>	É como se a gente fosse geradores?	
123	<b>Arthur</b>	Ah, tô entendendo	
124	<b>licenciando</b>	Sim, é como se vocês fossem dois geradores	
125	<b>Arthur</b>	Entendi...	

126	<b>licenciando</b>	Tem duas canaletas na frente de vocês, passa a mão e compare se elas são iguais ou diferentes	Começando a falar sobre associação de resistores, primeiro, em série
127	<b>Arthur</b>	São iguais	O aluno passou a mão pelas duas canaletas, contou as bolinhas e o espaço entre elas
128	<b>licenciando</b>	Nem tudo é um caminho simples para fazer com que a corrente passe. A gente tem dois tipos de associação de resistências: em série e em paralelo. Vamos começar com a em série.	
129	<b>licenciando</b>	Lembra quando usamos a distribuição eletrônica através das miçangas coladas na canaleta para comparação? Aqui a gente vai usar de forma parecida... Já que a distribuição das miçangas está igual nas duas canaletas então elas são feitas de um mesmo material. Para que exista corrente elétrica passando o que eu precisar que tenha no circuito?	
130	<b>Ana Lua</b>	Fio	
131	<b>Arthur</b>	Um meio	
132	<b>Ana Lua</b>	Uma fonte	
133	<b>Arthur</b>	Eu pensava que para energia é que precisava de uma fonte	
134	<b>licenciando</b>	Para que a corrente passe, você vai precisar do que?	
135	<b>Arthur</b>	Um meio, um fio...	
136	<b>licenciando</b>	Mas ali o fio tava solto, não tava ligado na tomada... Tava gerando carga? Tava gerando energia?	Apontando pro cabo do carregador que foi usado antes
137	<b>Arthur</b>	Aaaaaaaaah, entendi, entendi	
138	<b>licenciando</b>	A gente vai representar a fonte nesse circuito com esse plano inclinado. Do mesmo jeito que fizemos antes	Colocando a fonte que utilizada para o aluno sentir

139	<b>licenciando</b>	Num circuito em série, vamos ter duas resistências, uma do lado da outra	Aluno passa a mão pela montagem do circuito que está na mesa. Agora utilizando uma miçanga que dê mais contraste com a cor da canaleta
140	<b>Professor</b>	Vocês estão vendo circuito fechado antes do pessoal	
141	<b>licenciando</b>	Se eu não tivesse a fonte, ou se eu tirasse a fonte daqui, aí eu vou tirar uma parte aqui, passa a mão... Vai ter como ter transporte de energia nela?	Retirando a fonte do circuito e deixando o circuito aberto
142	<b>Arthur</b>	É... Não vai ter como... vai ter como passar só até uma parte	
143	<b>licenciando</b>	Mas ela vai passar?	
144	<b>Arthur</b>	Não, ué	
145	<b>licenciando</b>	Tenta lá	
146	<b>Arthur</b>	Isso aqui é a fonte, não é?	
147	<b>licenciando</b>	Isso	
148	<b>Arthur</b>	Se a fonte que gera energia, então não ter como mesmo não	
149	<b>licenciando</b>	E se eu tiver a fonte e tirar nessa outra parte aqui, ó. Como que vai ficar? Tenta aí!	Coloca de novo a fonte e retira algum trecho do circuito
150	<b>Arthur</b>	Depende da direção, se a fonte tá aqui, vai passar energia	
151	<b>licenciando</b>	Mas vai chegar até a outra ponta?	
152	<b>Arthur</b>	Até a outra ponta não vai chegar, que aqui tem um buraco. Vai ser meio que... aqui ó... tem a fonte aqui í... A energia vai passar, percorrer até aqui, mas vai parar aqui.	
153	<b>licenciando</b>	Então não tem transporte de energia se ela não consegue chegar até a fonte de novo. Circuito fechado é quando a corrente consegue sair e voltar para os 'terminais' da fonte	
154	<b>Ana Lua</b>	Então se tiver interrompido não é fechado...	

155	<b>licenciando</b>	Se estiver aberto de alguma forma, vai estar interrompido... isso aí. Por que eu falei a palavra terminais? A pilha é uma fonte de energia, concorda comigo?	Entrega uma pilha para os alunos
156	<b>Arthur</b>	Sim, sim, sim	
157	<b>licenciando</b>	Já reparou que cada ponta da pilha é diferente? É porque em cada ponta da pilha vai ter um terminal diferente, a pilha tem uma ponta que é positiva e a outra é negativa. Toda fonte também vai ter uma ponta positiva e uma ponta negativa. Então para que o circuito esteja fechado é preciso que os dois extremos da fonte estejam conectados no circuito. Se ele só passasse em um dos terminais, é como se ele só estivesse ligado a um dos lados da pilha. Vai funcionar se você só usar uma das pontas da pilha?	
158	<b>Arthur</b>	Não	
159	<b>licenciando</b>	Você precisa conectar dos dois lados, certo?	
160	<b>Arthur</b>	Isso, isso	
161	<b>licenciando</b>	Por isso que um circuito aberto não vai funcionar... vamos lá, você me disse que temos duas resistências iguais aqui, certo? Faz com a mão o caminho que a corrente vai seguir... A corrente vai ser a mesma para esses dois “obstáculos” que você achou?	
162	<b>Arthur</b>	Não	
163	<b>licenciando</b>	O dedo que você está passando em uma resistência é o mesmo que você passou na outra?	
164	<b>Arthur</b>	Sim, eles tem o mesmo formato...	
165	<b>licenciando</b>	Vamos conduzir as miçangas? A mesma bolinha que passou em uma resistência vai passar na outra ou não?	
166	<b>Arthur</b>	Sim, as mesmas	
167	<b>licenciando</b>	Então num circuito em série a corrente vai ser igual ou diferente?	

168	<b>Arthur</b>	Igual	
169	<b>licenciando</b>	Para um circuito em série, a corrente elétrica vai ser a mesma, já que as resistências estão num mesmo ‘caminho’	
170	<b>Ana Lua</b>	E se a resistência estiver do outro lado?	
171	<b>licenciando</b>	Como? Aqui?	Modifica a resistência para o lugar que a aluna apontou
172	<b>Ana Lua</b>	Isso	
173	<b>licenciando</b>	Arthur, passa o dedinho aí e leva as miçangas... passou do mesmo jeito nas duas resistências ou não?	
174	<b>Ana Lua</b>	Sim...	
175	<b>licenciando</b>	Então vai estar em série também	
176	<b>Ana Lua</b>	Então se estiver em série, vai ser fechado?	
177	<b>licenciando</b>	Para um circuito funcionar, ele tem que estar fechado, lembra? Então o que acontece com a corrente num circuito em série, afinal?	
180	<b>Arthur</b>	Ela fica indo e voltando	
181	<b>licenciando</b>	Mas ela muda?	
182	<b>Arthur</b>	Não	
183	<b>licenciando</b>	Você pode fazer isso várias vezes, mas ela tem sempre um caminho a seguir... Quando a gente liga uma fonte, o que acontece com a carga? Faz ‘passar’ de forma ordenada ou não ordenada?	
184	<b>Arthur</b>	De forma ordenada	
185	<b>licenciando</b>	Então se a gente tem uma fonte, a corrente vai estar andando o mesmo jeito, não é?! Se as resistências estiverem em série, passa do mesmo jeito em todas ou de forma diferente?	
186	<b>Arthur</b>	Do mesmo jeito, não é, Ana?	
187	<b>Ana Lua</b>	Aham	
188	<b>licenciando</b>	Agora vou montar um circuito em paralelo aqui, usando as mesmas resistências que a Ana escolheu	Monta o circuito e dá para o aluno poder tatear

189	<b>licenciando</b>	E aí, a corrente começa a sair da fonte, né?! Qual vai ser o caminho que ela vai fazer agora?	
190	<b>Arthur</b>	Posso usar o dedo mesmo?	
191	<b>licenciando</b>	Você achou mais fácil?	
192	<b>Arthur</b>	Bem mais	
193	<b>licenciando</b>	Nesse ponto aí... Tem dois caminhos, né? O que vai acontecer?	No “nó” do circuito
194	<b>Arthur</b>	Eu acho que ela vai continuar, cara, não...	
195	<b>Ana Lua</b>	Eu acho que ela devia passar por ele	
196	<b>licenciando</b>	E agora?	
197	<b>Arthur</b>	Eu acho que vai continuar...	
198	<b>licenciando</b>	Mas aqui vai ficar sem nada?	Os alunos estavam alegando que não passaria corrente em uma das resistências
199	<b>Arthur</b>	Se tiver um obstáculo aqui, tipo um quebra mola...	
200	<b>licenciando</b>	Mas não tem quebra mola, nosso único ‘obstáculo’ são as resistências, lembra?	
201	<b>Arthur</b>	Vou representar com a bolinha aqui, ó, se tivesse com várias bolinhas aqui ó... algumas vão vir pra cá ( indo para um dos lados) e um pouquinho para cá.	Pega várias miçangas e as conduz pelos caminhos possíveis
202	<b>licenciando</b>	Então chega no outro ponto e o que acontece com elas?	No final do ‘caminho’. No outro nó.
203	<b>Arthur</b>	Elas se encontram	
204	<b>licenciando</b>	E naquele outro ponto de lá?	
205	<b>Ana Lua</b>	Elas se dividiram	
206	<b>licenciando</b>	Então quando está em paralelo, o que acontece com a corrente?	
207	<b>Arthur</b>	Elas se separam, dividem e depois se encontram em outro ponto	
208	<b>licenciando</b>	Mas como a gente vai saber pra qual ela vai mais? Lembra da atividade da resistência? A	

		corrente vai ‘preferir’ passar por onde tem mais resistência ou menos?	
209	<b>Arthur</b>	Menor	
210	<b>licenciando</b>	Quanto mais obstáculos ou menos?	
211	<b>Arthur e Ana Lua</b>	Menos	
212	<b>licenciando</b>	Nesse nosso caso aqui da mesa, as resistências são iguais ou diferentes?	
213	<b>Arthur</b>	Mesma quantidade... são iguais	
214	<b>licenciando</b>	Desse jeito, ela vai se dividir de forma igual ou de forma diferente, então?	
215	<b>Arthur</b>	Igual. Se as resistências são iguais, a tendência é que se divida igual	
216	<b>Arthur</b>	Mas pensando aqui, a corrente não vai saber qual resistência ela vai encontrar na frente.	
217	<b>licenciando</b>	E se eu te disser que ela já sabe?	
218	<b>Ana Lua</b>	Acho que como as resistências são iguais e ela já sabe que as resistências são iguais, ela vai se dividir de forma igual também. Tipo, ela sabe que as duas são iguais, mas ela tem preferência pela que tem menor resistências, né?! Mas ela sabe que são iguais, então ela vai se dividir de forma igual	
219	<b>Arthur</b>	Então ela vai se dividir de forma igual	
220	<b>licenciando</b>	E se tiver duas resistências diferentes? E aí, elas são iguais ou diferentes agora?	Muda uma das resistências para que sejam diferentes
221	<b>Arthur</b>	Essa aqui é maior	
222	<b>licenciando</b>	Se tem maior resistência, a corrente vai preferir passar por lá, ou não?	
223	<b>Arthur</b>	Não, não	
224	<b>licenciando</b>	Vai ter corrente pros dois lados, né?! Como que vai ser? Tem várias miçangas aqui no ponto que elas se dividem.	

225	<b>Arthur</b>	Vai vir mais pra cá e alguma pra cá	Colocando várias miçangas para percorrer o caminho da menor resistência e uma pra de maior resistência
226	<b>licenciando</b>	Uma só? Por que menor resistência que a corrente prefere passar ou é a maior?	
227	<b>Arthur</b>	Sim, ela prefere na menor, né	
228	<b>licenciando</b>	Mas tem sempre alguém que quer passar pelo caminho mais difícil	
229	<b>Ana Lua</b>	Tem sempre alguém do contra	
230	<b>Arthur</b>	Mas essa corrente é teimosa, ein	
231	<b>licenciando</b>	E aí chega no outro ponto e o que acontece?	
232	<b>Arthur</b>	Elas se encontram	
233	<b>licenciando</b>	Então o que acontece num circuito em paralelo? Toda corrente que saiu, volta para a fonte do mesmo jeito ou de forma diferente?	
234	<b>Arthur</b>	Mas aí você já está dificultando...	
235	<b>licenciando</b>	A quantidade de miçangas que saiu da fonte é igual a quantidade que voltou?	
236	<b>Arthur</b>	Tipo assim, eu acho que essa que passou pelo caminho mais difícil vai estar mais cansada	
237	<b>licenciando</b>	Haha a corrente não tem esse sentimento não... Mas e a quantidade dela? A que saiu é igual à que entrou?	
238	<b>Ana Lua</b>	Acho que sim, né, Arthur?	
239	<b>Arthur</b>	É... Exatamente	
240	<b>Ana Lua</b>	Porque elas se encontram aqui, né?	
241	<b>Arthur</b>	Sim, sim. Isso sim, elas se encontram aqui na mesma quantidade	
242	<b>licenciando</b>	É essa a questão. Elas saem na mesma quantidade. Elas se dividem de acordo com a resistência, mas elas voltam com a mesma quantidade ou quantidades diferentes?	

243	<b>Arthur e Ana Lua</b>	Mesma quantidade	
244	<b>licenciando</b>	Não precisa se preocupar com o sentimento da corrente, não. Se fosse você que tivesse corrido no circuito, você estaria mais cansado. Mas a corrente não tem isso	
245	<b>licenciando</b>	Então, quando temos uma resistência em série o que acontece com a corrente?	
246	<b>Arthur</b>	Quando tem um assim..	
247	<b>licenciando</b>	Assim é em série ou em paralelo?	
248	<b>Arthur</b>	Paralelo	
249	<b>licenciando</b>	E o que acontece com a corrente?	
250	<b>Arthur</b>	A tendência é ela passar pelo caminho de menor resistência e uma parcela menor pela de maior resistência	
251	<b>licenciando</b>	Então elas se dividem?	
252	<b>Arthur</b>	Isso	
253	<b>licenciando</b>	Mas e na em série? Peraí que eu vou montar de novo um circuito em série	Monta o circuito em série
254	<b>Arthur</b>	A corrente é a mesma nas duas resistências	
255	<b>licenciando</b>	Então o que acontece de diferente com as correntes num circuito em série ou em paralelo?	
256	<b>Arthur</b>	Uma se divide e a outra é a mesma	
257	<b>licenciando</b>	Qual que ela se divide?	
258	<b>Arthur</b>	Quando tá em paralelo	
259	<b>licenciando</b>	Concorda ou discorda?	Direcionando a pergunta a outra aluna
260	<b>Ana Lua</b>	Concordo	
261	<b>Arthur</b>	Não vejo ela faalr	
262	<b>licenciando</b>	Ela tá só balançando a cabeça	
263	<b>licenciando</b>	E aí, o que você achou?	
264	<b>Arthur</b>	Legal! Mó conteúdo, entendeu?! Agora vou tentar fazer energia elétrica lá na minha casa	
265	<b>licenciando</b>	Com canaletas e miçangas?	
266	<b>Ana Lua</b>	Podia ter ensinado a fazer um gato, né?	

267	<b>Arthur</b>	É mesmo	
268	<b>licenciando</b>	Sei de nada não, só trabalho com miçangas! Mas acharam fácil? Difícil?	
269	<b>Arthur</b>	Achei legal, deu pra aprender	
270	<b>Professor</b>	E o material? O que você achou?	
271	<b>Arthur</b>	O contraste das bolinhas podia ser preto e branco. Acho que só isso mesmo.	
272	<b>licenciando</b>	O fato de ter sido canaletas e fazer o caminho com o dedo ou a miçanga... Como que ficou?	
273	<b>Arthur</b>	Vou ser sincero, é que aqui a bolinha é pequenininha	
274	<b>licenciando</b>	Quer tentar com a bolinha maior? Fica melhor?	Dá uma bolinha maior para que ele teste
275	<b>Arthur</b>	Aaaaah fica outra parada	
276	<b>Professor</b>	Talvez com essa bolinha fique mais interessante	
277	<b>Arthur</b>	A bolinha e a cor. Só isso mesmo.	
278	<b>licenciando</b>	Então vamos fazer um trato? Depois que o professor terminar o conteúdo em sala você diz se te ajudou ou não?	
279	<b>Arthur</b>	Com certeza vai me ajudar, com certeza! Tô super entendendo bem!	
280	<b>licenciando</b>	Você diz a ele se deu certo ou não, pode ser?	
281	<b>licenciando</b>	Ah, então, vai me ajudar.. Se tu falar dessa forma eu vou entender sempre	
282	<b>licenciando</b>	Quando ele passar, então, você diz pra gente seu veredito final, pode ser?	
283	<b>Arthur</b>	Show de bola. Pode até levar o material para me explicar lá também, professor	

Fonte: Os autores