



**CRISTIAN WILLIAN GALVÃO**

**CONCEITOS DE ELETROMAGNETISMO A PARTIR DO  
FUNCIONAMENTO DE UM DÍNAMO**

**LAVRAS - MG  
2022**

**CRISTIAN WILLIAN GALVÃO**

**CONCEITOS DE ELETROMAGNETISMO A PARTIR DO FUNCIONAMENTO DE  
UM DÍNAMO**

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, área de concentração em Ensino de Física, para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Prof. Dr. Antonio dos Anjos Pinheiro da Silva  
Orientador

Prof. Dr. Ulisses Azevedo Leitão  
Coorientador

**LAVRAS - MG  
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA,  
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Galvão, Cristian Willian.

Conceitos de eletromagnetismo a partir do funcionamento de um dínamo / Cristian Willian Galvão. – 2022.

81 p. : il.

Orientador: Antonio dos Anjos Pinheiro da Silva.

Coorientador: Ulisses Azevedo Leitão.

Dissertação (Mestrado profissional) - Universidade Federal de Lavras, 2022.

Bibliografia.

1. Eletromagnetismo. 2. Atividades Investigativas. 3. Autonomia de Aprendizagem. I. Silva, Antonio dos Anjos Pinheiro da. II. Leitão, Ulisses Azevedo. III. Título.

**CRISTIAN WILLIAN GALVÃO**

**CONCEITOS DE ELETROMAGNETISMO A PARTIR DO FUNCIONAMENTO DE  
UM DÍNAMO**

**CONCEPTS OF ELECTROMAGNETISM FROM THE FUNCTIONING OF A  
DYNAMO**

Dissertação apresentada a Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, área de concentração em Ensino de Física, para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

APROVADA em 23 de fevereiro de 2022.

Prof. Dr. Joaquim Paulo da Silva	UFLA
Prof. Dr. Tércio Guilherme de Souza Cruz	UFScar
Prof. Dr. Alessandro Damásio Trani Gomes	UFSJ

Prof. Dr. Antonio dos Anjos Pinheiro da Silva  
Orientador

Prof. Dr. Ulisses Azevedo Leitão  
Coorientador

**LAVRAS - MG  
2022**

## AGRADECIMENTOS

À Deus, nosso criador, pois sem ele nada seria possível;

À Universidade Federal de Lavras – UFLA, em especial ao Departamento de Ciências Exatas (DEX) e a Sociedade Brasileira de Física (SBF), por terem concedido a oportunidade de realização do Mestrado em Ensino de Física;

Em especial, ao Professor e amigo Antonio dos Anjos Pinheiro da Silva pelo auxílio e orientação na realização deste trabalho, pela sua confiança e compreensão pois, sem sua real e participativa contribuição, este momento não seria possível;

Aos professores do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF – da UFLA, por compartilharem seus conhecimentos, pelos vários momentos vividos juntos, os meus singelos agradecimentos. Sempre lembrarei de todos com muito carinho;

Aos meus colegas e amigos de caminhada no mestrado, Aleandro, Dayvidson, Dircelene, Geraldo, Igor, Juciane, Samuel e Wanderson. Sempre lembrarei dos momentos que passamos juntos. Desejo um imenso sucesso a todos;

À minha família, meus pais Vera e Júnior pelo amor e por estarem sempre presentes. Ao meu irmão Patrick, obrigado por confiar e acreditar tanto em mim, eu amo Vocês;

Em especial à minha esposa, Gabriella Cambraia, por sua certeza nesta conquista e amor, companheirismo e compreensão, pelos momentos difíceis estar sempre ao meu lado me apoiando, Eu Amo Você;

E obrigado aos alunos voluntários que desejaram participar deste projeto colaborando e muito para a realização do mesmo.

## RESUMO

O Eletromagnetismo é uma importante área da Física que aborda alguns fenômenos da natureza de uma forma elegante, robusta e consistente. A descoberta e elucidação de suas fenomenologias contribuem sistematicamente para o desenvolvimento de tecnologias, que nos amparam e nos proporcionam considerável conforto em nossos dias. Construimos uma sequência didática com objetivo geral de discutir os conteúdos do eletromagnetismo tendo, como plano de fundo, o desejo de desenvolver a autonomia de aprendizagem nos alunos. Nossa estratégia foi organizar os conteúdos seguindo a arquitetura dos Três Momentos Pedagógicos proposta por Angotti/Delizoicov/Pernambuco. Partimos de uma problematização inicial, vinculada ao cotidiano dos estudantes, que se faz presente ao longo de toda sequência didática e, por meio de um conjunto de atividades, os estudantes vão elaborando respostas cada vez mais consistentes para esta questão. Ao longo de nossa pesquisa procuramos observar, por meio das atividades propostas, indícios de desenvolvimento da autonomia de aprendizagem nos indivíduos. Especificamente serão analisadas situações em que possamos evidenciar o desenvolvimento de habilidades de leitura, expressão oral, redação e tomada de decisões, características que podem ser sintetizadas na palavra autonomia. Através de uma pesquisa de caráter qualitativa, as produções textuais dos alunos, aliado a registros feitos pelo pesquisador durante o processo, consistiram no material de coleta a partir do qual, mediante análise apropriada, buscamos identificar indícios de autonomia de aprendizagem. Justificamos a realização deste estudo tendo como pressuposto a colaboração para a formação de cidadãos críticos e influentes na sociedade em que vivemos, características que são evidenciados em pessoas autônomas. Esperamos também que os estudantes se tornem capazes de distinguir a importância do eletromagnetismo, como uma área relevante da Física.

**Palavras-chave:** Eletromagnetismo. Atividades Investigativas. Autonomia de Aprendizagem. Três Momentos Pedagógicos.

## ABSTRACT

Electromagnetism is an important area of Physics that approaches some phenomena of nature in an elegant, robust and consistent way. The discovery and elucidation of their phenomenologies systematically contribute to the development of technologies that support us and provide us with considerable comfort today. We built a didactic sequence with the general objective of discussing the contents of electromagnetism having, as a background, the desire to develop students' learning autonomy. Our strategy was to organize the contents following the architecture of the Three Pedagogical Moments proposed by Angotti/Delizoicov/Pernambuco. We start from an initial problematization, linked to the daily life of students, which is present throughout the entire didactic sequence and, through a set of activities, students are developing increasingly consistent answers to this question. Throughout our research, we sought to observe, through the proposed activities, evidence of the development of learning autonomy in individuals. Specifically, situations will be analyzed in which we can evidence the development of reading, oral expression, writing and decision-making skills, characteristics that can be summarized in the word autonomy. Through a qualitative research, the students' textual productions, together with records made by the researcher during the process, consisted of the collection material from which, through appropriate analysis, we sought to identify evidence of learning autonomy. We justify the accomplishment of this study having as presupposition the collaboration for the formation of critical and influential citizens in the society in which we live, characteristics that are evidenced in autonomous people. We also hope that students will be able to distinguish the importance of electromagnetism as a relevant area of Physics.

**Keywords:** Electromagnetism. Investigative Activities. Learning Autonomy. Three Pedagogical Moments.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Versório de Gilbert .....	16
Figura 2 - Atuação das forças de Atração e Repulsão .....	19
Figura 3 - Orientação das linhas do Campo Elétrico para cargas positiva e negativa....	20
Figura 4 - Orientação das linhas do Campo Magnético em um ímã .....	21
Figura 5 - Orientação das linhas do Campo Magnético .....	22
Figura 6 - Interação entre dois ímãs .....	23
Figura 7 - Carga em movimento que sofre a atuação de um campo magnético externo	23
Figura 8 - Experimento de Oersted.....	25
Figura 9 - Galvanômetro.....	26
Figura 10 - Experimento de Indução de Faraday .....	27
Figura 11 - Relato H .....	47
Figura 12 - Relato J .....	48
Figura 13 - Relato D .....	48
Figura 14 - Relato Y .....	49
Figura 15 - Relato Y .....	53
Figura 16 - Relato D .....	54
Figura 17 - Relato J .....	55
Figura 18 - Relato H .....	55
Figura 19 - Relato Y .....	58
Figura 20 - Relato D .....	59
Figura 21 - Relato H .....	59
Figura 22 - Relato H .....	61
Figura 23 - Relato D .....	62
Figura 24 - Relato Y .....	62
Figura 25 - Relato D .....	67
Figura 26 - Relato H .....	68
Figura 27 - Relato Y .....	69

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Categorias criadas para auxiliar na análise dos resultados.....	44
Quadro 2 - Parâmetros de Autonomia .....	72
Quadro 3 - Análise da Aulas.....	73

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Cronograma de Aulas da SD .....	45
--------------------------------------------	----

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
2	<b>OBJETIVOS DE PESQUISA</b> .....	13
2.1	Objetivo geral .....	13
2.2	Objetivos específicos .....	13
2.3	Justificativa .....	13
3	<b>SOBRE O ELETROMAGNETISMO</b> .....	15
3.1	Eletricidade – Origem e Evolução .....	15
3.2	Magnetismo – Origem e Evolução .....	16
3.3	Eletromagnetismo – Formalização dos conceitos .....	17
3.4	Lei de Coulomb .....	18
3.5	Campo Elétrico .....	19
3.6	Campo Magnético .....	21
3.7	Força Magnética .....	23
3.8	A importância do experimento de Hans Christian Oersted .....	24
3.9	Lei da Indução de Faraday .....	26
4	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	28
5	<b>OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS</b> .....	32
6	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	36
7	<b>METODOLOGIA DE PESQUISA</b> .....	39
8	<b>A COLETA DE DADOS</b> .....	42
9	<b>METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	43
10	<b>DESCRIÇÃO ANALÍTICA DAS AULAS</b> .....	45
10.1	Aula I .....	46
10.1.1	Pontos relevantes observados na primeira aula .....	49
10.2	Aula II .....	50
10.2.1	Pontos relevantes observados na segunda aula .....	52
10.3	Aula III .....	53
10.3.1	Pontos relevantes observados na terceira aula .....	56
10.4	Aula IV .....	56
10.4.1	Pontos relevantes observados na quarta aula .....	57
10.5	Aula V .....	57
10.5.1	Pontos relevantes observados na quinta aula .....	60
10.6	Aula VI .....	61
10.6.1	Pontos relevantes observados na sexta aula .....	64
10.7	Aula VII .....	64
10.7.1	Pontos relevantes observados na sétima aula .....	66
10.8	Aula VIII .....	66
10.8.1	Pontos relevantes observados na última aula .....	69
11	<b>RESULTADOS OBTIDOS</b> .....	70
12	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	75
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	77

## 1 INTRODUÇÃO

Meu nome é Cristian Willian Galvão, tenho 30 anos e sou natural do município de Nepomuceno - Minas Gerais. Obtive graduação em Engenharia de Produção pelo Centro Universitário de Lavras (UNILAVRAS), em 2015 e licenciatura em Física, por complementação pedagógica pela Universidade de Franca (UNIFRAN), em 2017. Atualmente sou aluno regular no programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF / Polo13 / UFLA, no Departamento de Ciências Exatas (DEX).

Em 2013, ainda como aluno de graduação, tive a primeira experiência docente lecionando a disciplina de Matemática para uma turma de sexto ano do ensino fundamental II de uma escola pública do estado de Minas Gerais. No ano seguinte, 2014, lecionei a disciplina de Empreendedorismo e Gestão, em um curso técnico na época oferecido pelo governo do estado aos alunos da educação básica. Em 2015, último da graduação em engenharia, lecionei a disciplina de Matemática para uma turma do nono ano do ensino fundamental II.

A experiência adquirida como professor foi fundamental em minhas escolhas e me senti motivado a continuar como profissional na área de ensino. Dois anos depois, em 2017, concluí o curso de formação pedagógica com habilitação em Física. Desde então, tenho atuado na área, buscando especializar-me para contribuir, de forma mais efetiva, no desenvolvimento de discentes e da sociedade em geral.

Desde a antiguidade, muitos estudiosos em Física deram contribuições para o seu desenvolvimento favorecendo com isso a evolução da ciência em geral. A implementação desses conhecimentos permitiu que pudéssemos nos desenvolver e nos organizar em sociedade. Assim, identificamos a física como disciplina fundamental na formação de cidadãos atuantes na sociedade em que vivemos. Com esse entendimento, eu como professor, tenho buscado recursos para criar condições que favoreçam o desenvolvimento de habilidades, como a apropriação de conceitos. O reconhecimento dessa ciência como parte da construção humana é, portanto, um saber essencial na formação de um cidadão.

Assim, minha dissertação consistiu em construir e desenvolver uma Sequência Didática, baseada em atividades investigativas, tendo como plano de fundo, o desenvolvimento do conteúdo de eletromagnetismo, em uma turma do terceiro ano do ensino médio. Para a organização do conteúdo e proposição das aulas, usamos a estratégia dos Três Momentos Pedagógicos de Angotti/Delizoicov/Pernambuco. Nela, nosso intuito foi investigar se a Sequência Didática (SD) é capaz de contribuir para o desenvolvimento de aspectos relacionados à autonomia de aprendizagem dos alunos. Algumas atividades tiveram caráter investigativo

sendo iniciadas a partir de uma situação- problema. Com isso objetivamos provocar e estimular discussões, permitindo que os estudantes trocassem informações e utilizassem seus conhecimentos prévios na busca de uma possível solução. Com tudo isso, procuramos responder a seguinte questão: como a SD proposta pode contribuir para o desenvolver a autonomia de aprendizagem e ajudar na construção do conhecimento no discente? Ao professor, coube conduzir o desenvolvimento da proposta, assumindo o papel de mediador.

## **2 OBJETIVOS DE PESQUISA**

### **2.1 Objetivo geral**

O objetivo geral deste projeto de pesquisa foi desenvolver, de forma alternativa, os conteúdos do eletromagnetismo, a partir de uma situação do cotidiano dos alunos, com o intuito de motivar e desenvolver a autonomia de aprendizagem nos discentes.

Esperamos que as atividades elaboradas nesta sequência didática pudessem colaborar para o desenvolvimento de habilidades de leitura, expressão oral, redação e tomada de decisões, características que podem ser sintetizadas na palavra autonomia.

### **2.2 Objetivos específicos**

Segue abaixo os objetivos específicos da pesquisa:

- a) consolidar conceitos fundamentais do eletromagnetismo;
- b) estabelecer conexões entre conceitos de eletromagnetismo e seu cotidiano;
- c) verificar se o desenvolvimento da SD desperta a motivação pelo conteúdo e contribui no desenvolvimento da autonomia de aprendizagem dos alunos.

### **2.3 Justificativa**

Ao longo de minha prática docente tenho percebido, em especial na parte de eletricidade e magnetismo, que alunos apresentam baixo rendimento, são desmotivados, que não acompanham o ritmo da aula, que reclamam da matemática excessiva na física não estabelecendo conexões entre os conteúdos desenvolvidos e o seu cotidiano. Buscando minimizar e melhorar essa situação, comecei a pensar em minha prática docente. Talvez minhas aulas sejam demasiadamente expositivas, talvez o material didático que tenho usado não é atraente no sentido de despertar a curiosidade e a autonomia de aprendizagem dos alunos, ou talvez tenho utilizado exclusivamente o recurso do livro didático ao invés de práticas mais atrativas e talvez as estratégias e metodologias que tenho usado não tem atendido minhas expectativas como professor. Pensando, por exemplo, nas questões acima, busquei no MNPEF a formação, capacitação e competência para propor possíveis soluções.

Acredito que o processo de elaboração, pelo próprio professor, de material didático na forma de uma Sequência Didática (SD) possa ser uma boa estratégia de trabalho. Tal rotina permite que o mesmo planeje, aferindo em cada etapa, características, comportamentos e padrões que, de alguma forma, poderão certificar a aprendizagem de um determinado conteúdo. Além disso, busca-se com este trabalho, colaborar com a formação de cidadãos críticos e influentes na sociedade em que vivemos, tornando-os capazes de reconhecer a importância do eletromagnetismo como presente em vários fenômenos do nosso cotidiano e também nas tecnologias que nos cercam.

### **3 SOBRE O ELETROMAGNETISMO**

Neste capítulo estaremos discutindo sobre a origem e consolidação das duas ciências que juntas formam e caracterizam o Eletromagnetismo, a Eletricidade e o Magnetismo.

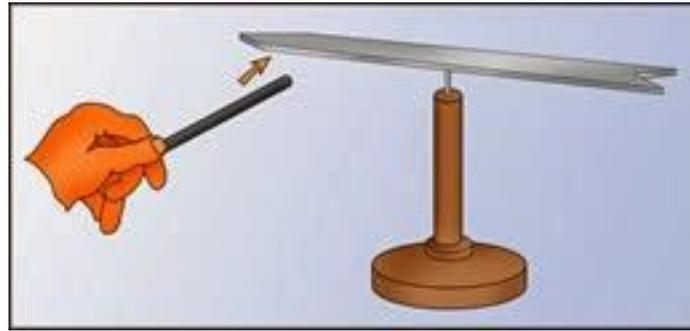
#### **3.1 Eletricidade – Origem e Evolução**

Neste capítulo, temos alguns pontos importantes observados na evolução dos conceitos da eletricidade e tudo aquilo que a compõe. Estaremos levantando fatos históricos que contribuíram para a evolução desta ciência tão importante em nosso cotidiano.

Pascoal (2013) relata que as primeiras impressões que se tem notícia sobre a eletricidade estão ligadas ao filósofo grego Thales de Mileto, (625 a.C. - 547 a.C.), que tentava dar explicações aos fenômenos por ele observados. Em seus estudos notou que um pedaço de âmbar quando esfregado em um tecido teria condições de “atrair” pequenos pedaços de papel e que com o passar do tempo essa característica já não era mais preservada. Como no âmbar, ele observou que diferentes tipos de materiais tinham esse “poder” de atração, dependendo das condições aos quais eram colocados. Dos seus relatos em documentos neste período, poucos foram encontrados.

Rocha (2002) relata que se passaram muitos anos até que o cientista inglês Sr. William Gilbert (1544-1603) retornasse os estudos de Mileto sobre o âmbar. Ele observou também que essa conexão existente entre dois corpos, depois de um contato de fricção, era capaz de gerar uma força capaz de atrair diferentes corpos. Esse contato gera calor, que posteriormente é transmitido de um corpo a outro através de algo até então desconhecido. Diante disso, através de um pequeno experimento, o Versório de Gilbert assim denominado, que é semelhante a uma bússola sendo capaz de sofrer influências externas de natureza elétrica, ele observou a condição desses materiais apresentarem cargas elétricas em pequenas quantidades. Sendo assim, ele denominou que essas interações eram causadas devido à atuação de pequenas quantidades de forças elétricas. Qualquer material que esteja atritado e conter o que denominou carga elétrica, irá influenciar a orientação da agulha do Versório.

Figura 1 - Versório de Gilbert



Fonte: Gomes (2021).

Muitos experimentos foram sendo desenvolvidos pelos estudiosos ao longo dos anos que se sucederam os estudos de Gilbert. Podemos destacar um muito famoso realizado por Benjamin Franklin, ao qual ele observa os fenômenos naturais de eletricidade através de uma pipa. Suas contribuições no desenvolvimento dos estudos da eletricidade foram muito importantes. Ele foi o primeiro a usar os termos positivo e negativo para representar as orientações da atuação das cargas elétricas em diferentes meios. Desenvolveu também baterias, inventou o para-raios e escreveu sobre os relâmpagos serem fenômenos elétricos naturais (PASCOAL, 2013).

O desenvolvimento dos estudos de Franklin e outros estudiosos contribuíram e muito para a sociedade recente conseguir formalizar e poder conhecer os fenômenos elétricos mais comuns. Foram caracterizadas as cargas elétricas positivas e negativas, além de materiais poderem estar eletricamente neutros, ou seja, não possuírem cargas elétricas armazenadas. Foi estudado e desenvolvido neste período situações do cotidiano que hoje são comuns ao mundo moderno. Todo esse avanço deu condições para que novos cientistas pudessem desenvolver seus trabalhos e formalizar essa área tão importante da Física (ROCHA, 2002).

### 3.2 Magnetismo – Origem e Evolução

De acordo com Mussoi (2007) os antigos pastores gregos já observavam, na região de Magnésia na atual Turquia, que as pedras daquele lugar atraíam e eram atraídas por pedaços de ferro presentes em suas sandálias e cajados. Porém, por séculos, pouco se deu importância a esse fato. Um longo período depois, os chineses passaram a notar que um ímã suspenso por um fio ou flutuando sobre a água sofria influências e tendia a se orientar no eixo norte-sul da Terra. Após um período, eles desenvolveram a bússola que passou a ser um material amplamente usado nas grandes navegações e contribuiu muito para a evolução da humanidade.

Mussoi (2007) descreve que a evolução do magnetismo no ocidente se deu através do francês Petrus Peregrinus que buscou entender sobre as pedras da região de Magnésia que receberam mais tarde o nome de Magnetita. Ele pôde observar que as extremidades dessas pedras tinham o poder de atrair ou repelir o ferro, mencionando assim o termo polo magnético. Avançando os estudos, salientou também sobre a propriedade dos ímãs de se orientar na direção norte-sul e continuarem apresentando essas características se reduzidos a pedaços cada vez menores.

Ao longo do tempo novos estudos foram sendo feitos sobre o magnetismo, sendo que cada um deles contribuiu significativamente para construirmos o que sabemos hoje. Esses estudos se baseiam nas observações da atuação dos ímãs e propriedades a eles foram sendo construídas. Dentro de toda a história, cientistas relatam que as principais evoluções acerca deste conceito se deram apenas no último século, período importante na construção e formalização deste conceito.

Mussoi (2007) ainda coloca suas observações que o magnetismo é de extrema importância em nossa vida cotidiana, estando ligados diretamente a geradores de energia, nas telecomunicações, computadores e televisores e em muitos equipamentos que utilizam os efeitos magnéticos. Os conceitos descobertos e estudados sobre os polos magnéticos são muito semelhantes aos observados nas cargas elétricas, sendo que ambos os polos são contrários entre si podendo serem atraídos e/ou repelidos dependendo da análise a ser feita. Podemos salientar que a única diferença entre eles é quando tratamos de monopolos elétricos e magnéticos. É sabido que o monopolo elétrico é possível, podendo o corpo estar carregado positiva ou negativamente, enquanto o termo monopolo magnético não existe, visto que um ímã partido gera duas unidades de dipolo.

### **3.3 Eletromagnetismo – Formalização dos conceitos**

A construção do conceito Eletromagnetismo se deu após alguns estudos relevantes que foram observados a relação entre essas duas ciências, eletricidade e magnetismo. Temos aqui o famoso experimento, realizado em 1819, pelo dinamarquês Hans Christian Oersted que verificou que a agulha de uma bússola sofria alterações na sua direção quando era aproximada de um pequeno circuito elétrico em funcionamento. Neste momento ele pode observar que um condutor que é percorrido por uma corrente elétrica gera um campo magnético (MUSSOI, 2007).

Anos mais tarde, Michael Faraday e Joseph Henry puderam verificar que a movimentação de um ímã nas proximidades de um pequeno circuito, uma espira por exemplo, poderia induzir a produção de uma corrente elétrica. Neste momento pode-se observar a real correlação entre as duas ciências e definiu-se o termo eletromagnetismo. Este é capaz de explicar a evolução da tecnologia que contribui diretamente para nossa cotidiana (MUSSOI, 2007).

Iremos discutir, a partir de agora, todas as contribuições que a consolidação destas duas ciências trouxe à sociedade humana e todo o conceito evolucionário criado por elas.

### 3.4 Lei de Coulomb

De acordo com Sant'Ana (2020) antes de entendermos o conceito formalizado na Lei de Coulomb que relaciona cargas elétricas, distância e constantes especiais, precisamos entender o que são partículas. Dentro disso, pode-se definir partícula como um ponto material, que às vezes não possui dimensões espaciais, mas que são capazes de receberem, armazenarem e transportarem cargas elétricas. A interação entre partículas com diferentes níveis de carga elétrica caracteriza o que definimos de força elétrica e o tipo de relação existente entre elas. Quando as partículas apresentam o mesmo módulo, seja positivo ou negativo, a força entre elas é dada como repulsão. Quando estas partículas possuem cargas de sinais opostos, uma positiva e outra negativa, definimos que a força existente é atração.

Ferreira (2015) descreve a Lei de Coulomb como um importante estudo que estabelece a força eletrostática existente entre dois corpos que estejam carregados eletricamente sendo diretamente proporcional ao produto desses corpos e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles. Com isso, podemos observar que a variação das cargas elétricas presentes em um corpo evidencia a força de atração ou repulsão presente entre elas. Matematicamente falando, temos expresso na Equação 1 essa relação:

$$\vec{F} = k \frac{q_1 q_2}{R^2} \hat{R} \quad (1)$$

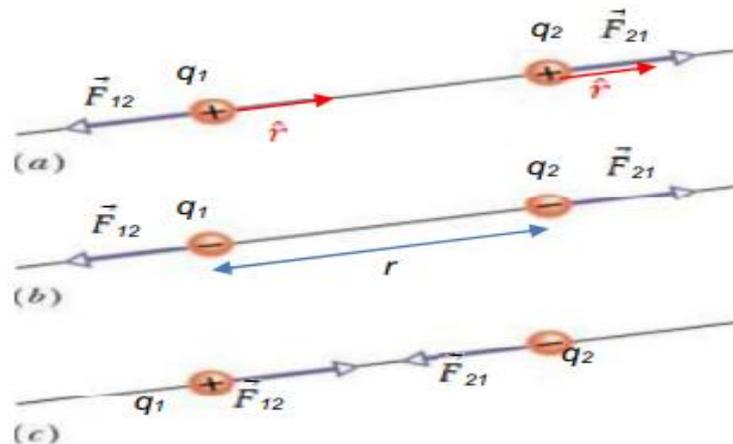
A letra  $k$  é a constante de proporcionalidade e o  $\hat{R}$  a orientação do vetor unitário que une as duas cargas. A constante  $k$  no SI, é expressa na Equação 2:

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \quad (2)$$

O termo expresso por  $\epsilon_0$ , é a permissividade elétrica do vazio.

A imagem abaixo descreve a relação de força de atração ou repulsão existente entre partículas que possuem diferentes cargas elétricas.

Figura 2 - Atuação das forças de Atração e Repulsão



Fonte: Modificado do livro Fundamentos da Física de Halliday, Resnick e Walker (2009).

Pela imagem acima, podemos identificar a atuação das forças que atuam sobre as partículas. No item (a) e (b) a força é de repulsão enquanto em (c) a força é de atração. Essa intensidade da força depende dos valores numéricos das cargas elétricas e da distância entre elas.

Dando seguimento nos componentes que compõem o eletromagnetismo, iremos destacar agora o campo elétrico.

### 3.5 Campo Elétrico

Definindo o campo elétrico, podemos colocá-lo como uma grandeza vetorial sendo que depende das características físicas do espaço que as cargas estão localizadas e da configuração espacial entre elas. Pode ser expressa na Equação 3:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} \quad (3)$$

A componente  $\vec{E}$  é responsável por representar o campo elétrico. A força está representada por  $\vec{F}$  enquanto  $q_0$  é a carga de prova que necessita ser pequena para não

influenciar as demais cargas presentes ao redor. No SI, o campo é medido em Newtons/Coulomb (N/C) (SANT'ANA, 2020).

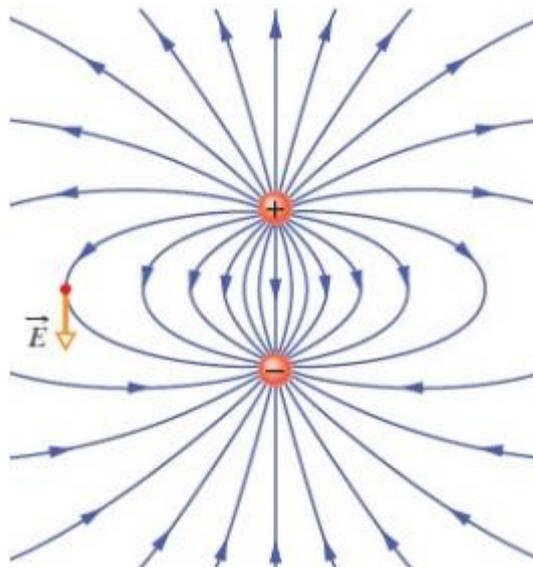
Sant'Ana (2020) aborda uma nova configuração da equação 3 descrita, podendo relacioná-la à constante eletrostática K e até qual distância quer se saber a intensidade do campo. Ela elabora a Equação 4:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_0} = \frac{\frac{kQq_0}{r^2}}{q_0} = \frac{kQ}{r^2}$$

$$\vec{E} = \frac{kQ}{r^2} \quad (4)$$

Substituindo a componente  $\vec{F}$  pela definição de força e remanejando as grandezas, definindo assim o novo modelo de cálculo do campo. Na imagem abaixo, podemos observar que existe uma diferença importante na orientação das linhas do campo elétrico devido ao tipo de carga que a partícula armazena. Para partículas carregadas positivamente, temos a orientação das linhas saindo da mesma, enquanto em partículas com cargas negativas, a orientação é inversa à anterior.

Figura 3 - Orientação das linhas do Campo Elétrico para cargas positiva e negativa



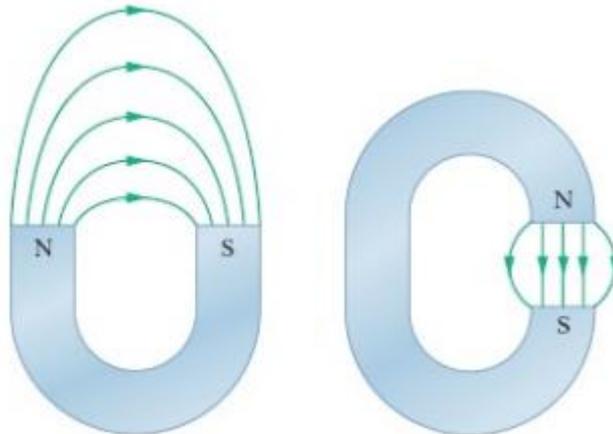
Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2000).

### 3.6 Campo Magnético

Podemos definir campo magnético como a região que engloba todo o arredor de um ímã, sendo que nestes arredores identificamos os efeitos magnéticos atuantes sobre materiais chamados ferromagnéticos. Esse efeito magnético pode ser tratado de duas formas, seja ele atração ou repulsão. Da mesma forma que ocorre nas cargas elétricas, temos o fenômeno ocorrendo no meio magnético. Dessa forma, ele pode ser definido com a força necessária para realizar o movimento de partículas de carga, como um elétron, por exemplo (MUSSOI, 2007).

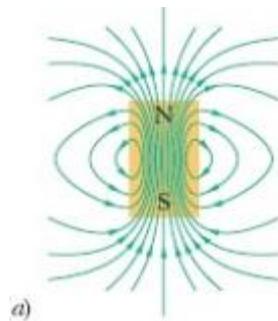
Ele pode ser criado de diferentes formas, nas quais podemos identificar em ímãs permanentes, na atuação de uma corrente elétrica que percorre um material condutor e na movimentação qualquer de uma carga elétrica arbitrária. Sua orientação é diferente das linhas do campo elétrico, já que são linhas envoltórias e fechadas sempre saindo do polo norte e indo em direção ao polo sul, conforme imagem abaixo.

Figura 4 - Orientação das linhas do Campo Magnético em um ímã



Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2000).

Figura 5 - Orientação das linhas do Campo Magnético



Fonte: Halliday, Resnick e Walker (2000).

Mussoi (2007) relata:

As características das linhas de campo magnético:

- a) são sempre linhas fechadas: saem e voltam a um mesmo ponto;
- b) as linhas nunca se cruzam;
- c) fora do ímã, as linhas saem do polo norte e se dirigem para o polo sul;
- d) dentro do ímã, as linhas são orientadas do polo sul para o polo norte;
- e) saem e entram na direção perpendicular às superfícies dos polos;
- f) nos polos a concentração das linhas é maior: quanto maior concentração de linhas, mais intenso será o campo magnético numa dada região (MUSSOI, 2007, p. 13).

Ao longo do desenvolvimento dos estudos voltados ao eletromagnetismo, descobriu-se a Terra como um grande ímã. Isso foi possível após a descoberta da bússola e com o

desenvolvimento das grandes navegações. Sendo assim definida como um grande ímã, ele possui então um campo magnético atuante.

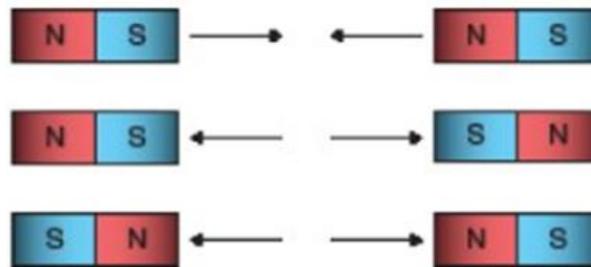
A seguir, poderemos estar discutindo sobre a orientação dessas linhas quando temos polos iguais ou inversos. Quando aproximamos polos iguais, existe o que chamamos de repulsão. Quando estes polos são diferentes, tem-se a atração. Na próxima imagem podemos identificar de maneira mais clara essa situação.

Com os estudos sobre o campo magnético podemos entender exatamente o funcionamento do magnetismo e como suas propriedades se assemelham à eletricidade.

### 3.7 Força Magnética

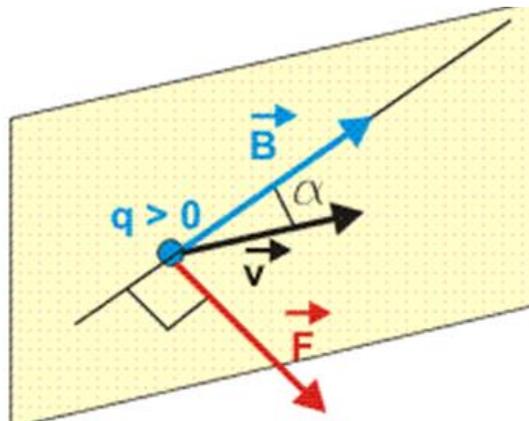
De acordo com Pinto, Palma e Angélico (2014) a força magnética observada dentro do eletromagnetismo pode ser apresentado de duas formas, através da interação existente entre ímã-ímã, Figura 6, e o de uma carga em movimento que sofre a atuação de um campo magnético externo, Figura 7.

Figura 6 - Interação entre dois ímãs



Fonte: Prodígio Educação (2021).

Figura 7 - Carga em movimento que sofre a atuação de um campo magnético externo



Fonte: Alfa Connection (2020).

No ensino médio, a força elétrica é trabalhada utilizando a Lei de Coulomb, já descrita anteriormente, que busca uma maneira simples de relatar força e distância como sendo grandezas inversamente proporcionais. A força magnética é conduzida de maneira um pouco diferente, devido à inexistência de um monopolo magnético. Seu estudo é representado pela interação de uma carga ( $q$ ) em movimento com velocidade ( $v$ ) que recebe a atuação de um campo magnético ( $B$ ). Também existe um produto vetorial entre a velocidade da partícula e o campo magnético externo atuando no sistema. O cálculo da força magnética pode ser representada na Equação 5:

$$\vec{F} \longrightarrow q\vec{v}\vec{B} \Rightarrow \vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B} \quad (5)$$

É sabido que quando uma partícula carregada eletricamente entra em contato com um campo magnético, esta se torna sujeita à atuação de uma força magnética, ao qual define-se também de força de Lorentz. Isso é possível porque a carga elétrica em movimento acaba por criar ao seu redor um campo magnético, sendo este o responsável por interagir com o campo magnético ao qual a carga se move. Nesta atuação de campos magnéticos que temos observado a força magnética atuante sobre a partícula (PINTO; PALMA; ANGELICO, 2014).

De acordo com Pinto, Palma e Angélico a utilização da força magnética pode ser observada em motores, voltímetros e amperímetros, pois existe a relação entre a carga elétrica que passa por um fio condutor e o campo magnético constante que atravessa o sistema.

### 3.8 A importância do experimento de Hans Christian Oersted

De acordo com Maia (2007) o experimento realizado em 1820 pelo físico e químico dinamarquês Hans Christian Oersted foi, de acordo com alguns estudiosos e especialistas da ciência, um dos passos mais importantes e marcantes dado pelo ser humano no campo das exatas. Neste tópico estaremos discutindo um pouco do conceito histórico deste momento que marca a grande descoberta do eletromagnetismo no palco da ciência exata.

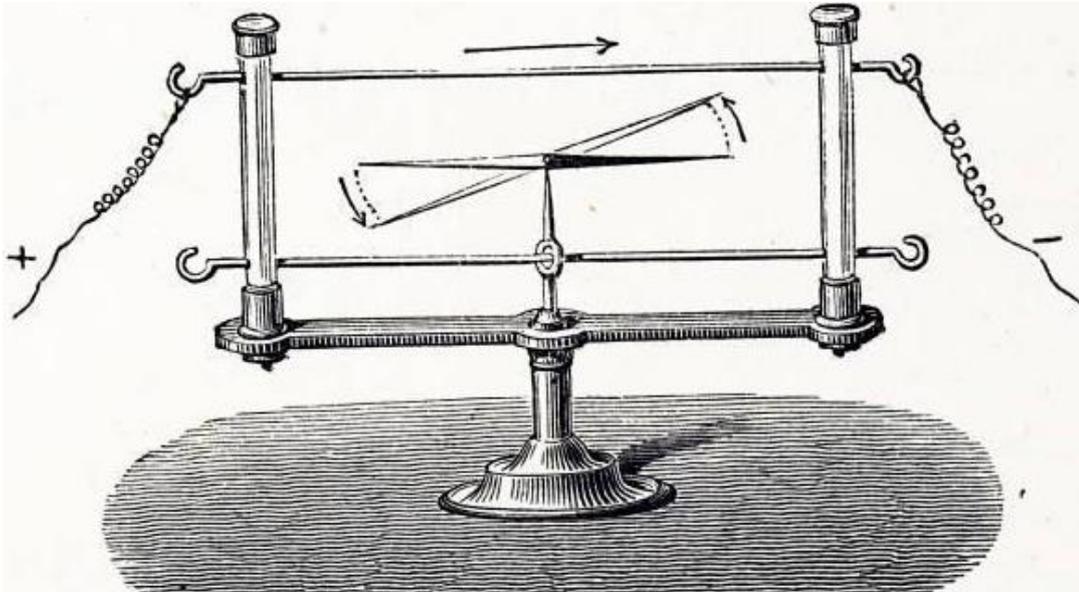
O desenvolvimento observado pelo experimento de Oersted mudou a vida da população a partir do momento que ele conseguiu unir, de maneira simples e objetiva, dois campos da ciência: a eletricidade e o magnetismo.

Em seu famoso experimento pôde observar que a agulha imantada de uma bússola poderia sofrer oscilações em sua direção quando era aproximada de uma corrente elétrica

gerada por uma pilha voltaica. Esse fato foi surpreendente e contribuiu para desenvolver a ciência em torno do campo da eletricidade e magnetismo (SILVA, 2014).

Na imagem a seguir podemos observar a estrutura do experimento proposto por ele.

Figura 8 - Experimento de Oersted



Fonte: Getty Images (2022).

O trabalho desenvolvido por Oersted resultou numa explosão de pesquisas na comunidade científica da época. Em um período anterior, Charles Augustin de Coulomb (1736-1806) publicou não existir nenhuma relação entre magnetismo e eletricidade, pois considerava os fenômenos diferentes entre si, Oersted conseguiu provar que a presença de uma corrente elétrica sendo conduzida ao longo de um fio condutor quando aproximada de uma bússola é capaz de gerar algum tipo de energia capaz de mudar a direção da agulha. Os seus estudos puderam contribuir no desenvolvimento do galvanômetro, instrumento capaz de detectar e medir corrente elétrica, já que o nível de deflexão da agulha da bússola depende da intensidade da corrente elétrica presente (SILVA, 2014).

Figura 9 - Galvanômetro



Fonte: Palandi (2014).

Com os avanços que essa descoberta proporcionou, tivemos o desenvolvimento da ciência em diversos âmbitos, como na medicina, engenharia e na própria eletricidade. São observados a utilização de fenômenos eletromagnéticos em aparelhos eletroeletrônicos, na produção das energias elétrica e termelétrica, em motores elétricos, geradores e dínamos, além de ser imensamente utilizados na saúde como na produção de imagens através de ressonância magnética e ultrassonografia (SILVA, 2014).

### 3.9 Lei da Indução de Faraday

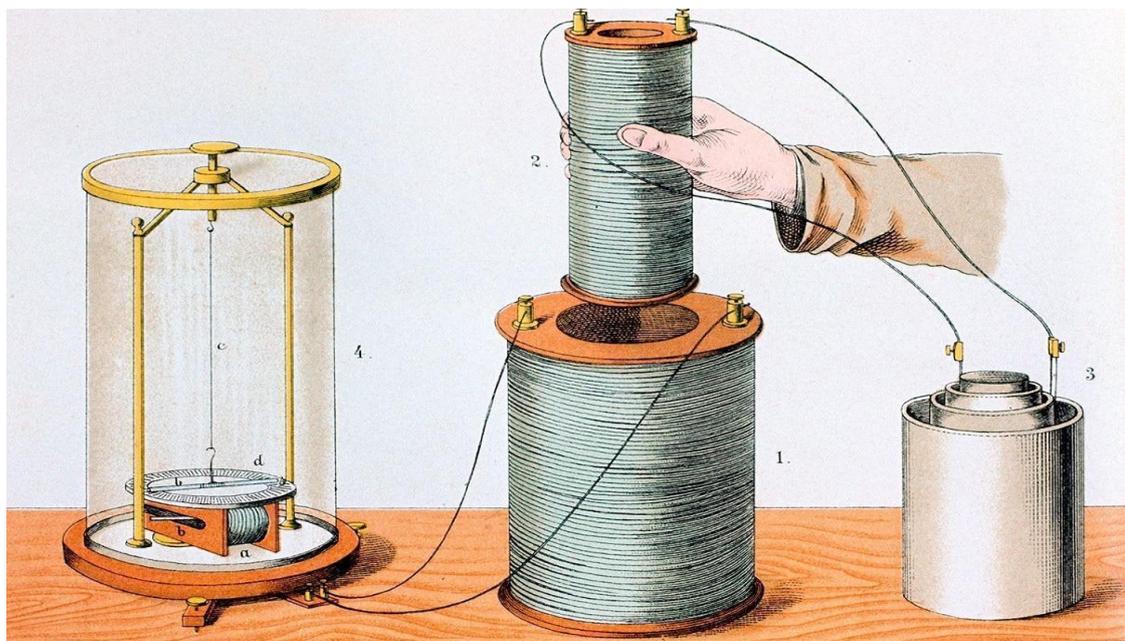
De acordo com Dias e Martins (2004) a formação acadêmica de Michael Faraday foi bastante precária devido às dificuldades financeiras enfrentadas pela sua família quando ele ainda era criança. Nascido em 22 de Setembro de 1791, em Newington Butts, em Londres, ele pôde apenas aprender o básico para ler, escrever e algumas noções em matemática (TYNDALL, 1961).

Porém, nada impediu o pequeno Faraday de conseguir emprego como ajudante em uma livraria. Por lá ele cuidava de transportar os materiais e auxiliar em encadernações dos livros. Inserido neste mundo de informações, apanhou gosto pela leitura potencializando seu conhecimento ao longo do tempo. Passados oito anos do garoto na livraria, teve a oportunidade de se tornar auxiliar de laboratório de Humphry Davy, químico conhecido da época que trabalhava na Royal Institution de Londres (DIAS; MARTINS, 2004).

Ao longo de mais de sete anos, Faraday acompanhou Davy em inúmeras pesquisas científicas em outros países europeus como França, Itália e Suíça e acabou conhecendo muitos estudiosos dos ramos da química e física da época. No ano de 1820, outro estudioso, nomeado de Hans Christian Oersted realizou um experimento que observou a relação existente entre eletricidade e magnetismo, já discutido anteriormente neste trabalho. Esse experimento despertou os interesses de Davy e Faraday que buscaram interagir mais sobre o assunto. Realizaram uma série de experimentos baseados nos estudos de Oersted tendo Faraday seus primeiros contatos com o eletromagnetismo. A partir desse período, ele iniciou alguns trabalhos independentes, até que em 1831 descobriu a indução eletromagnética (DIAS; MARTINS, 2004).

Segundo Dias e Martins (2004) o famoso experimento desenvolvido por ele, conforme imagem abaixo, veio a complementar as descobertas já realizadas por Oersted. Este propôs que quando existe corrente elétrica sendo conduzida ao longo de um fio, é possível observar a existência de um campo magnético ao redor do mesmo. Já Faraday, pôde evidenciar o contrário, a movimentação de um ímã dentro ou próximo à uma bobina é capaz de gerar corrente elétrica no condutor. Foi provado a existência de um fenômeno físico inverso, ao qual um se torna complemento um do outro.

Figura 10 - Experimento de Indução de Faraday



Fonte: Lei... (2022).

Os estudos de Faraday contribuíram muito para os posteriores desenvolvimentos da ciência, visto que os conceitos de eletricidade e magnetismo estão intimamente ligados entre si.

## 4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Uma das finalidades deste trabalho é contribuir para o desenvolvimento da autonomia de aprendizagem no discente, quando se diz respeito à sua formação como cidadão crítico e consolidar seu conhecimento no campo do eletromagnetismo tão importante no nosso cotidiano.

Fernandes, Luft e Guimarães (1996) caracteriza o termo *autonomia* como sendo originário na Grécia antiga (auto norma) que significa “direito ou faculdade de se reger por leis próprias; independência administrativa; faculdade de se governar por si mesmo; emancipação; liberdade moral ou intelectual; independência”.

Guimarães e Boruchovitch (2004) propõe na sua Teoria da Autodeterminação que a autonomia é observada quando uma pessoa exerce as tarefas delegadas a ela por vontade própria e não por exigências que sejam externas. Caracteriza-se pela pessoa se sentir importante e responsável pela sua própria ação.

Ferreira (1983, p. 163) ainda completa as características da autonomia como sendo a:

[...] distância máxima que um veículo, um avião ou um navio pode percorrer sem se reabastecer de combustível. Et. Propriedade pela qual o homem pretende poder escolher as leis que regem a sua conduta.

Buscamos desenvolver a autonomia de aprendizagem e de acordo com Abadi e Rehfeldt (2016) e Preti (2000) caracteriza a autonomia no âmbito da educação como: “Ter autonomia significa ser autoridade, isto é, ter força para falar em próprio nome [...] Em outras palavras, é ser autor da própria fala e do próprio agir” (PRETI, 2000, p. 131).

É observado que a autonomia é uma necessidade psicológica básica na formação de um indivíduo, pois quando não se observa seus vestígios, este se apresenta com dificuldades na realização das atividades solicitadas.

Podemos citar como exemplo para justificar essa última questão, que um estudante pode iniciar uma determinada atividade em um ambiente escolar por alguma orientação do professor mediador, ou seja, uma orientação externa. Durante a realização dessa atividade o discente passa a observá-la como estimulante, prazerosa e desafiadora, logo, a motivação torna-se interna do próprio indivíduo. Neste momento temos a construção da autonomia no aluno. Através de incentivos externos ele consegue, por motivações internas, desenvolver as atividades de forma a criar sua própria autonomia no trabalho. A situação inversa também pode ser observada, o indivíduo realiza tarefas oriundas de estímulos internos e tende a direcionar sua execução no alcance de gratificações, prêmios, ou até mesmo para evitar possíveis punições.

Durante a realização de qualquer atividade podemos observar lampejos de estímulos internos e externos no estudante (DECI; VANSTEENKISTE, 2004; REIS *et al.*, 2000).

Falando agora do termo aprendizagem no âmbito da educação, Lucena e Fuks (2000, p. 97) afirmam existir cinco tipos de aprendizagem, sendo elas:

- a) aprendizagem como um aumento de quantitativo de conhecimento ou como saber a mais;
- b) como memorização, armazenamento de informação que pode ser reproduzida;
- c) como aquisição de fatos, habilidades e métodos;
- d) como aprender a dar sentido/abstrair significado, a relacionar partes de um tema entre si;
- e) como o mundo real e aprendizagem como interpretação da realidade de diferentes maneiras.

A aprendizagem cognitiva é “[...] aquela que resulta no armazenamento organizado de informações, de conhecimentos, na memória do ser que aprende, e esse complexo organizado é conhecido como estrutura cognitiva” (MOREIRA, 2011, p. 13).

A busca por desenvolver a autonomia de aprendizagem pode ser arquitetada através do ensino baseado em atividades investigativas, que em sua totalidade, visa criar no discente a dúvida, a curiosidade necessária à resolução de situações, problemas propostos pelo professor mediador. Ele passa a se tornar peça chave na realização de toda a ação. Construímos este projeto de pesquisa baseado no ensino por investigação por acreditar que este é capaz de contribuir para o desenvolvimento do indivíduo e favorecer que sua autonomia de aprendizagem seja lapidada ao longo de todo o processo.

Carvalho (2013) avalia que tanto a escola quanto o ensino, de uma forma geral, estão sofrendo influências de fatores e campos do saber, sendo as atividades investigativas definidas como os trabalhos mais relevantes desenvolvidos nas aulas de ciências.

Gil Pérez e Vilches (2005) avaliam que os ensinamentos tradicionais em ciências são baseados na transmissão de informações como produtos acabados, sendo originados por mentes extraordinárias. Segundo eles, as aulas baseadas na simples apresentação dos conceitos científicos ao aluno geram grandes dificuldades.

No processo de ensino e aprendizagem, as atividades realizadas de forma investigativa favorecem a discussão e o levantamento de hipóteses em torno da questão problema, proposta pelo professor mediador. Para o docente que se preocupa com a boa expectativa da construção do conhecimento, as atividades investigativas são fundamentais neste processo (CARVALHO, 2013).

Como sabido, algumas atividades tradicionais realizadas em salas de aula dão suporte apenas para o conhecimento dito como domínio específico. Agora, para as atividades de caráter investigativo existe a característica de potencializar a mobilização para o conhecimento de domínio específico quanto para o conhecimento de domínio geral, ou seja, a formalização do conceito passa pelos subsunçores já solidificados no indivíduo (JÚLIO; VAZ, 2007).

Carvalho (2013) ainda propõe alguns fatores que julga importantes na construção de conhecimentos oriundos de atividades de caráter meramente investigativo, sendo eles:

- a) relevância de um problema proposto para o início de uma discussão que irá, posteriormente, colaborar para a assimilação dos dados;
- b) através da discussão e possível manipulação dos dados, construir uma ação intelectual;
- c) consolidação dos próprios atos na análise e processamento intelectual dos dados;
- d) presença constante do professor mediador no processo de realização de todo o processo.

As atividades propostas pelo professor devem ter a perspectiva de resolver uma situação problematizada, no qual, propõe aos alunos situações diferentes das encontradas em livros e manuais, proporcionando assim, oportunidades para que novos conceitos sejam assim formalizados. Não é apenas levantar questões que apliquem conceitos estudados anteriormente, mas sim, criar condições para a absorção de novos conteúdos (CAPECCHI, 2013).

Na resolução de problemas os discentes deverão levantar dados e hipóteses que possam solucionar a questão. Neste momento eles buscam em seus conhecimentos prévios se os dados levantados são prováveis para aquela ocasião. A orientação do mediador neste processo é muito importante, pois deverá promover discussões coletivas validando se as hipóteses apresentadas são possíveis ou não. Todo esse ambiente formado gera uma condição totalmente favorável na aprendizagem efetiva, além de criar condições de lapidar nos alunos o desejável desenvolvimento de sua autonomia de aprendizagem (NASCIMENTO; CLEMENT; TERRAZZAN, 2005).

Com o levantamento das informações, mencionadas anteriormente, podemos observar que o ensino proposto por atividades investigativas permite experimentar a forma de como a ciência é abordada, orientando uma mudança nas formas de agir do professor e do aluno em um ambiente escolar. Neste contexto, podemos observar que os autores propõem uma maneira alternativa de se construir o conhecimento científico, dando maior ênfase aos discentes, criando

neles uma participação efetiva na realização das atividades. Através de todos esses conceitos, buscamos assim desenvolver a autonomia de aprendizagem.

## 5 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS

Os momentos pedagógicos descritos por Delizoicov são constituídos por uma estratégia de ensino utilizada no desenvolvimento de pesquisas científicas que visam uma construção do conhecimento sendo o aluno parte extremamente importante no processo. Consiste em desenvolver um movimento de ensino buscando através de uma situação problema criar métodos que irão contribuir para consolidar o conhecimento no discente.

Essa estratégia é desenvolvida em três momentos, caracterizados como: Problematização, Organização e Aplicação do Conhecimento.

De acordo com Delizoicov e Angotti (1990) no início da problematização são oferecidos todos os fatos que irão colaborar para as futuras discussões entre os discentes. Ainda segundo os autores, o primeiro momento é caracterizado por:

Mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, a problematização inicial visa à ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente porque, provavelmente, não dispõem de conhecimentos científicos suficientes (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990, p. 29).

Neste momento da problematização, temos caracterizado duas situações muito importantes. De um lado, as concepções que os alunos já possuem sobre aquele assunto oriundas de suas vivências anteriores e do outro, a situação problema atual a ser resolvida ligada à necessidade deste aluno em se apossar de conhecimentos que ele ainda não possui (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990).

Ainda de acordo com Delizoicov e Angotti (1990) a atitude do professor mediador no momento da problematização é fundamental por criar os questionamentos e dúvidas necessários sobre o problema a ser resolvido. Salientam também que os questionamentos levantados devem criar condições que possam ser posteriormente respondidas na solução do problema.

A mudança no papel do mediador é muito importante na implantação da estratégia dos três momentos. Normalmente, é essa mudança no perfil do professor que potencializa o desenvolvimento das aulas contribuindo para a evolução do conhecimento nos alunos. Para um professor iniciante ao uso da estratégia em sua vida docente, salientamos que com o passar do tempo ele pode melhorar seu desempenho na abordagem das situações problema por ele criadas. Tudo passa por um treinamento constante e ao passar do tempo suas propostas estarão cada vez mais robustas e organizadas dentro da proposta de Delizoicov.

Formalizando o primeiro momento, temos que a apresentação de questões ou situações reais presentes no cotidiano dos alunos é de extrema importância no desenvolvimento do tema. Neste contexto os alunos são desafiados a pensar em soluções que possam resolver o problema. Busca-se com essa situação que ele possa identificar a necessidade de adquirir novos conhecimentos que irão posteriormente contribuir para solucionar o problema (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2018).

Busca-se neste primeiro momento criar no aluno uma dúvida e curiosidade que não é comum em aulas tradicionais, ou seja, aquela aula na qual o professor simplesmente abre o livro didático e começa a explicar aos discentes sobre algum tema específico sem fazê-los questionar o porquê daquelas afirmações feitas por ele. Neste ensino, dito tradicional, o discente pouco é estimulado a “pensar” sobre alguma questão e menos ainda a propor soluções sobre as poucas questões que são colocadas. Esse tipo de transmissão de conhecimento tem sido cada vez mais deixado de lado, pois nos dias de hoje já não é a forma mais efetiva de transmitir o conhecimento. Novas metodologias e estratégias de ensino estão sendo aplicadas e justamente os três momentos vêm para mudar o perfil do professor e do aluno na construção de novos conhecimentos.

No desenvolvimento da aula, temos a análise do segundo momento pedagógico, descrito como organização do conhecimento. Para Delizoicov e Angotti (1990) o professor mediador é orientado a usar diferentes atividades que possam contribuir para a evolução do conhecimento dos discentes. É interessante a utilização de metodologias expositivas, contar com o auxílio de textos extras para fomentar discussões, experiências lúdicas e trabalhos extraclases, ou seja, alternativas devem ser levantadas pelo mediador buscando criar bagagem nos discentes à procura das respostas necessárias.

Quando salientamos que a utilização dos três momentos é um desenvolvimento profissional do docente, dizemos que nesta fase de organização do conhecimento ele estará colocando à prova todas as suas habilidades didáticas. A busca por metodologias diferentes às utilizadas por ele ao longo de sua prática como docente irá contribuir para seu desenvolvimento profissional. A utilização de novos métodos de ensino se faz necessário devido ao que foi construído na primeira aula, ou seja, é apresentado aos discentes uma situação problema voltada à sua vida cotidiana e o professor através de maneiras alternativas deverá contribuir para que os alunos possam organizar o conhecimento. A utilização de experimentos que possam ilustrar o evento estudado, a implementação de discussões entre os envolvidos no processo através de rodas de conversa e metodologias de ensino como as ditas atividades investigativas, que são

aquelas que os alunos são questionados insistentemente pelo mediador, são alguns dos artifícios que podem ser utilizados neste momento.

Para Muenchen e Delizoicov (2018) o professor deve possuir um bom conhecimento do tema e da situação problema para que tenha condições de contribuir na organização do conhecimento criando conexões, conceitos, relações e definições junto aos alunos. Toda essa construção visa a aprendizagem do aluno para que possa analisar e perceber as relações entre os novos conceitos adquiridos e aqueles que já possuem de suas aprendizagens anteriores.

Todo esse processo deve ocorrer de forma sincronizada para que professor e aluno possam construir e organizar juntos os conhecimentos necessários na solução do problema levantado na primeira aula.

A terceira fase desta estratégia é a aplicação daquilo que foi construído ao longo das atividades. Os discentes buscarão neste momento identificar fenômenos ligados ao seu cotidiano que estejam próximos ao observado na situação problematizadora da pesquisa. Conforme argumenta o autor:

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990, p. 55).

Finalizado este terceiro momento, é possível o professor avaliar se as atividades conduzidas ao longo da aplicação foram de fato efetivas na construção do conhecimento, ou seja, se elas foram eficazes na elaboração dos argumentos feitos pelos discentes respondendo à questão inicial problematizadora. O ideal é que o aluno possa justificar esse problema através de situações similares à ele que sejam observadas em sua vida cotidiana, ou seja, que ele possa se embasar em situações vividas por ele como solução do problema proposto pelo professor. Nesse momento o docente pode contemplar, valorizar e avaliar se o aluno se apropriou ou não do conceito que foi trabalhado neste período.

A formalização da proposta de Delizoicov é o discente observar e poder entender a aplicação do conhecimento relacionado à sua vida cotidiana. É através de situações pertinentes ao problema inicial ele que poderá identificar essa aplicação e poder entender a correlação existente em diversas situações, seja na questão problema levantada em sala de aula, seja na sua vida particular.

Os três momentos pedagógicos permitem mudar as características tanto do docente quanto do aluno. Ele forma uma nova estratégia de ensino que contribui na evolução do

conhecimento de maneira sistematizada e colabora para desenvolver a maneira como ambos enxergam o mundo. Cria a condição de o próprio aluno acreditar que ele mesmo é provedor da construção de seu conhecimento, tendo é claro, o auxílio de um mediador. Além de mudar as características do docente em relação à sua autoconfiança, a estratégia busca formar cidadãos mais ativos na sociedade que sejam capazes de pensar por si só e organizarem os novos conhecimentos que irão absorver ao longo de suas vidas.

## 6 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta revisão de literatura trazemos uma parte dos trabalhos publicados no meio acadêmico envolvendo a temática do eletromagnetismo, a perspectiva relacionada ao desenvolvimento da autonomia de aprendizagem no indivíduo e a importância de se elaborar outros materiais de ensino como, por exemplo, baseados em atividades com fim investigativo. No estudo de Ciências/Física, encontramos na literatura diversos trabalhos publicados onde foram destacadas partes importantes de cada um deles.

Por exemplo, os autores de Oliveira e Nascimento (2013) abordam o quão importante é a atuação do processo investigativo no ensino de ciências através da atuação do aluno como peça fundamental no processo. Ele é o indivíduo responsável por construir seu próprio conhecimento, sendo o professor, o mediador de todo o processo. Elas elaboraram 12 aulas tratando do magnetismo e analisaram os três aspectos do ensino de ciências por investigação (ENCI) que se sobressaem na SD: a solução de uma situação-problema, a mudança do papel do aluno e do professor ao longo de todo o processo, sendo o docente agora o mediador. Observaram a eficiência do ensino por investigação na construção do conhecimento e a efetiva mudança no papel dos alunos neste processo. Observaram também melhor rendimento dos discentes nas aulas devido à nova postura do professor de apenas “acompanhar” o processo de ensino e aprendizagem.

Almeida (2017), elaborou sua dissertação de mestrado baseando-se na execução de atividades investigativas que buscam desenvolver no aluno o interesse necessário para construir o conhecimento em um determinado campo da Física. Ele elaborou um roteiro de aulas que contribuem para o desenvolvimento dos conteúdos relacionados à propagação de ondas eletromagnéticas e efeito fotoelétrico. Através desse roteiro o autor aplicou experiências práticas com fim investigativo, vídeos explicativos e simuladores computacionais. De acordo com os relatos, os resultados alcançados foram bastante significativos, já que observou uma mudança grande no interesse dos alunos durante o desenvolvimento da atividade. Os autores concluem que o uso de atividades investigativas, como estratégia de ensino, pode ser uma ferramenta de ensino que traz resultados satisfatórios, quando usados de maneira eficiente.

Sefstroem (2018) desenvolveram uma SD como uma estratégia para o processo de ensino e aprendizagem no campo do eletromagnetismo. Através de uma abordagem cognitivista analisaram o comportamento dos alunos na construção do conhecimento sobre o tema, observando uma melhora significativa no processo de desenvolvimento das aulas devido à mudança de postura do professor. Com essa mudança de papéis eles puderam observar que o

processo de construção do conhecimento através de atividades investigativas foi importante para criar nos alunos uma participação mais efetiva na realização de todo o processo.

Rodrigues (2016), elaborou seu projeto de pesquisa de conclusão de curso na implementação de atividades investigativas sobre os conceitos iniciais de magnetismo aplicado em turmas do 5º ao 9º Ano do Ensino Fundamental. Os discentes foram orientados a construir e descobrir por si próprios, com o auxílio do professor mediador, seis experimentos que englobam os conceitos iniciais sobre o tema. Os alunos foram orientados a elaborar suas próprias teorias sobre o assunto. Segundo os autores, foi observado um interesse significativo dos alunos no desenvolvimento do trabalho, assim como, uma mudança marcante no papel dos alunos e do professor. Os autores concluíram que o processo de ensino e aprendizagem foi consolidado com êxito.

Magalhães (2015), realizou sua pesquisa voltada a uma turma de EJA, Educação de Jovens e Adultos, e trabalhou a questão do eletromagnetismo vinculado às ligações clandestinas de energia elétrica de uma maneira que atendesse às expectativas desse tipo de modalidade de ensino. Ele utilizou os pressupostos da educação libertadora de Paulo Freire na discussão do seu trabalho. Segundo ele, Paulo Freire salienta que devemos construir nossas atividades como educadores dentro da realidade vivida pelo aluno, relacionando a elas, o seu cotidiano. Sendo assim, Magalhães (2015), elaborou um roteiro diferenciado do presente nos livros tradicionais a fim de atender à demanda de sua classe. Ainda de acordo com suas observações, notou-se uma clara evolução no rendimento dos discentes que o autor atribui ao material por ele desenvolvido. Com tal mudança dos materiais os autores buscaram contribuir de forma efetiva na consolidação dos conceitos relacionados ao eletromagnetismo.

Nascimento (2017), elaboram sua pesquisa baseada em recursos de multimídia na construção dos conceitos do eletromagnetismo aplicados a uma turma de EJA. Através da mudança dos métodos de ensino, relatam que houve melhoras significativas no rendimento das aulas, maior participação dos discentes e melhor assimilação do conteúdo. Os autores sustentam que quando se trabalha com uma turma de EJA, deve-se criar maneiras alternativas de apresentar o conteúdo, melhorando assim, o processo de ensino e aprendizagem.

Michelotti, Lovato e Loreto (2020) desenvolveram sua pesquisa voltada à construção do conhecimento de eletromagnetismo desenvolvida em uma turma de 9º Ano de ensino Fundamental. Os autores buscaram recursos em atividades experimentais com fim investigativo que contribuíssem para desenvolver nos discentes, o conhecimento necessário para que pudessem entender a importância desse ramo da Física. Propuseram experimentos que pudessem ser executados pelos discentes, que fossem de baixo custo e seguros. Finalizando as

aulas, conseguiram observar que os experimentos contribuíram significativamente para o desenvolvimento do saber e relataram a importância de se utilizar métodos alternativos aos tradicionais visando a melhoria dos resultados alcançados.

Gottardi (2015) realizou sua pesquisa visando estudar o desenvolvimento da autonomia do aluno durante o processo de aprendizagem por meio da educação à distância (EAD), em uma instituição de ensino no estado do Rio Grande do Sul. Ela elaborou um conjunto de entrevistas semiestruturadas que foram sendo aplicadas aos indivíduos ao longo de um curso nesta modalidade. Autores relatam que, com o desenvolvimento da atividade, a autonomia no campo do saber também foi desenvolvida. Foi observado que para esse tipo de atividade, a EAD, o aluno apresenta e conseqüentemente desenvolve fatores relacionados ao compromisso, responsabilidade e conseqüentemente, a autonomia na busca pelo saber. Os resultados foram satisfatórios dentro da análise das entrevistas.

Ribeiro e Carvalho (2012) também elaboraram seu projeto de pesquisa voltado à análise do desenvolvimento da autonomia de aprendizagem no ensino remoto, ou à distância (EAD). Utilizaram da metodologia embasada em uma pesquisa qualitativa, de caráter teórico e bibliográfico, descritivo e exploratório, cuja técnica de coleta de dados foi a análise de literatura. Com a análise desses dados, os autores puderam concluir que a educação à distância possui todas as condições de se consolidar como uma modalidade forte, a ponto de competir com a modalidade presencial, caso tenha participação efetiva de todos os envolvidos neste segmento.

Através dos estudos acima mencionados pode-se observar o papel relevante do desenvolvimento da autonomia de aprendizagem no indivíduo. A metodologia baseada em atividades com um fim investigativo possibilita um efetivo desenvolvimento pessoal.

## 7 METODOLOGIA DE PESQUISA

O presente trabalho constitui uma pesquisa de natureza qualitativa que, segundo Neves (1996), é comumente utilizada em meios sociais. É definida como pesquisa qualitativa, aquela que segue rigorosamente planos estabelecidos por hipóteses e variáveis indicadas, sua metodologia é direcionada, já que não emprega ferramentas estatísticas na análise de dados. Nela a obtenção de informações descritivas é feita através do contato direto existente entre o pesquisador e o objeto a ser estudado.

De acordo com Godoy (1995) os estudos voltados para a pesquisa qualitativa se diferem entre si pelos métodos, pela forma e pelos objetivos aplicados, conforme: o espaço ao redor como fonte direta e imprescindível de informações tendo o pesquisador como peça fundamental; o caráter descritivo do fenômeno; o sentido que as pessoas dão aos eventos como preocupação do investigador e a abordagem indutiva.

Neves (1996) salienta que a finalidade de uma pesquisa qualitativa é explicar e propagar o significado dos fenômenos do mundo social, reduzindo as distâncias entre as partes envolvidas no sistema, ou seja, o pesquisador e a fonte. Normalmente esses estudos são feitos no local de origem dos dados, pois o pesquisador observa claramente os fenômenos envolvidos. Esse tipo de pesquisa propõe uma divisão do tempo e espaço de determinado fenômeno por parte do observador. A descrição dessas informações é extremamente importante, já que é por meio dela que os dados são coletados e analisados.

É importante saber que ambos os métodos de pesquisa, o quantitativo e o qualitativo, não se excluem. Pope e Mays (1995) afirmam que o método qualitativo fornece um reforço à pesquisa de uma combinação de procedimentos de foco lógico e intuitivo bons na contribuição para uma melhor compreensão dos acontecimentos.

De acordo com as afirmações de Godoy (1995) podemos observar a existência de vários tipos de abordagem qualitativa, sendo destaque para ele: o estudo de caso, a pesquisa dita como documental e a etnografia. Segue abaixo as características de cada um.

O Estudo de Caso é definido por uma análise mais aprofundada de uma unidade de estudo. Destacando um diagnóstico detalhado de um sujeito, uma situação específica ou de um ambiente. Usado principalmente em situações onde se busca explicar como e por que certos fenômenos acontecem.

A Pesquisa Documental é definida pelo exame de informações que ainda não foram tratadas de forma analítica, basicamente um banco de dados. Utilizada como base para outros

tipos de pesquisa qualitativa, dando condições para a imaginação do pesquisador na interpretação dos elementos.

A Etnografia, de acordo com Sanday (1979) tem sido praticada desde a Grécia antiga. Definido como um longo período de análise de dados já que o pesquisador passa a fazer parte do meio utilizando diferentes técnicas de observação ao longo do tempo. Foca-se no sentido transmitido pelas informações coletadas e não na maneira como esses dados se organizam. Temos aqui uma visão geral de todo o contexto, preocupado na explicação dos fenômenos observados.

Durante o desenvolvimento de uma pesquisa, tem-se a tarefa de coletar e analisar os dados obtidos, que é extremamente trabalhoso e individual. Gasta-se muita energia para transformar um conjunto de dados em informações comparáveis. Observa-se que exige muito tempo para registrar os dados, organizá-los, codificá-los e posteriormente, analisá-los. Esse é o calcanhar de Aquiles na execução de pesquisas científicas.

A carência na exploração de dados de um determinado assunto presente na literatura disponível, o caráter de descrição da pesquisa e como compreender algum fenômeno na sua essência contribuem para a utilização de uma pesquisa qualitativa, visto que a opção pelo método utilizado sempre depende da real definição do problema de pesquisa (NEVES, 1996).

Cientes desses conceitos, a proposta de pesquisa deste trabalho visa observar o desenvolvimento da autonomia de aprendizagem no indivíduo ao longo do desenvolvimento das atividades que compõem a sequência didática.

Inicialmente, essa pesquisa seria desenvolvida com alunos do EJA, Educação de Jovens e Adultos, porém, devido à suspensão das aulas presenciais, tivemos consideráveis dificuldades da parte da classe no acesso às tecnologias digitais, imprescindíveis às atividades remotas. Grande parte dos estudantes da turma residiam na zona rural, possuindo pouco ou quase nenhum acesso à internet. Assim, foi necessário buscar um novo público, tarefa complexa, em tempos de pandemia. Pensamos em possibilidades e por fim, definimos que a sequência didática seria desenvolvida por um grupo de alunos voluntários de uma escola particular de um município do sul de Minas Gerais. Foi apresentada a proposta de ensino a um grupo de 20 alunos, todos eles estudantes do 3º Ano do ensino Médio, e 4 deles mostraram interesse e se comprometeram a participar do projeto.

Em função da pandemia da Covid-19, o desenvolvimento da sequência didática foi no formato remoto, por meio de videoconferência via GOOGLE MEET. Nesta modalidade o grupo de alunos puderam interagir com o professor e entre si durante 8 encontros. Na sala virtual do GOOGLE SALA DE AULA os discentes entregavam as produções solicitadas para posterior

análise do professor pesquisador. A proposta de pesquisa buscava desenvolver nos alunos a autonomia de aprendizagem de conceitos do eletromagnetismo, uma vez que eles já possuíam conhecimentos prévios da parte de eletricidade.

## 8 A COLETA DE DADOS

Dados disponíveis como, declarações e propostas como possíveis soluções para os problemas apresentados, foram coletados através de anotações no diário de campo do professor. Também nele, foram anotadas as principais discussões ocasionadas durante a execução dos experimentos realizados pelo professor, ressaltando os níveis de evolução dos questionamentos e propostas feitas pelos discentes, ao longo de suas atividades.

Uma outra maneira de recolher dados para análise foi por meio das produções textuais, relatos de aula que os discentes elaboraram após as atividades. Buscamos observar nos materiais recolhidos indícios de evolução no desenvolvimento da autonomia de aprendizagem de cada aluno. Utilizamos também, com consentimento da equipe, a gravação das aulas como material particular de análise do pesquisador. Esse material não será divulgado em nenhuma fonte de comunicação ou pesquisa, sendo usado apenas como suporte, como memória da atividade pelo pesquisador.

A estratégia básica utilizada no trabalho foi dialogar com os estudantes a partir de uma situação-problema criada pelo mediador. À medida que o diálogo ocorria, através de perguntas feitas pelo mediador, as respostas obtidas eram anotadas e muitas vezes, usadas na formulação das próximas questões. Como a Sequência Didática, estava amparada nos Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov, esperávamos observar a evolução significativa das respostas para a questão problematizadora, com a evolução das atividades. A desconstrução das ideias prévias, sua reconstrução e final formalização de conceitos, foram analisadas por meio da síntese de evolução nos níveis de discussão anotados no diário de campo e nos relatos desenvolvidos pelos alunos.

## 9 METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS DADOS

Para a síntese dos resultados obtidos ao longo desta pesquisa, procuramos fazer uma análise inspirada na metodologia de Análise de Conteúdo proposta por Laurence Bardin.

Para Bardin (2011) a análise de conteúdo se faz é na prática e é formada pela união e síntese de instrumentos de fim metodológico que estão em constante aprimoramento, sendo aplicados em diversos conteúdos. Basicamente, é na prática da execução é que temos uma análise de conteúdo objetiva e segura dos dados.

A forma como analisar os dados obtidos pela investigação passa principalmente pelo tipo de pesquisa que está sendo realizada, seja ela quantitativa ou qualitativa. Na pesquisa de cunho quantitativo, o referencial é a intensidade com que os dados aparecem no conteúdo. Já na pesquisa qualitativa, observamos que o referencial é a presença ou não das características dos dados. Com o passar do tempo, esses diagnósticos deixaram de ser descritivos e começaram a usar a inferência como método de análise. Essa análise consiste em criar hipóteses, organizar os dados, explorá-los e por fim, avaliar os resultados obtidos. Esse tratamento compreende a inferência e codificação das informações, suas respectivas interpretações e conclusões (BARDIN, 2011).

Segundo Bardin (2011) as hipóteses são explicações prévias que buscamos encaixar no fenômeno a ser observado. São informações que podem ser comprovadas ou descartadas com a finalização do estudo. A fase de organização dos dados é de extrema importância por se tratar de uma situação inicial da pesquisa. Essa organização baseia-se na formulação das hipóteses que norteiam a interpretação final. Para essa formalização, observamos a existência de alguns itens importantes, destacando-se:

- a) exaustividade, consiste na não omissão de nenhuma parte dos dados;
- b) representatividade, no qual o foco é na amostragem dos dados;
- c) homogeneidade, conjunto de dados devem referir-se ao mesmo tema, coletados seguindo as mesmas técnicas;
- d) pertinência, os dados devem seguir os objetivos da pesquisa;
- e) exclusividade, visa cada elemento estar estruturado dentro da sua categoria.

Finalizando as ideias de Bardin (2011) na análise de conteúdo, temos a fase final de interpretação dos dados. Neste momento observamos se essa interpretação justifica ou não as hipóteses criadas inicialmente. Por isso o pesquisador deve voltar sua atenção ao referencial

teórico, pois deve observar se suas análises dão sentido ao objetivo da pesquisa. As interpretações dos dados embasadas nas referências condicionam uma melhor formalização de suas ideias.

Nesta pesquisa, os dados foram analisados observando alguns parâmetros de autonomia atribuídos por Gois (2016). Segundo este autor, tais parâmetros se fundamentam em vários autores, totalizando em doze parâmetros importantes para o estudo de autonomia:

1. Autonomia envolve a capacidade inata ou aprendida;
2. Autonomia envolve autoconfiança e motivação;
3. Autonomia envolve o uso de estratégias individuais de aprendizagem.
4. Autonomia é um processo que se manifesta em diferentes graus;
5. Os graus de autonomia não são estáveis e podem variar dependendo de condições internas ou externas;
6. Autonomia depende da vontade do aprendiz em se responsabilizar pela própria aprendizagem;
7. Autonomia requer consciência do processo de aprendizagem;
8. Autonomia está intimamente relacionada às estratégias metacognitivas: planejar/tomar decisões, monitorar e avaliar;
9. Autonomia abarca dimensões sociais e individuais;
10. O professor pode ajudar o aprendiz a ser autônomo tanto na sala de aula quanto fora dela;
11. Autonomia, inevitavelmente, envolve uma mudança nas relações de poder;
12. A promoção da autonomia do aprendiz deve levar em consideração as dimensões psicológicas, técnicas, sociais e políticas (PAIVA, 2006, p. 89).

Em nossa pesquisa levamos em conta apenas três destes parâmetros, mencionados nos itens 2, 4 e 6, que para efeito de análise de resultados, definimos a partir deste momento, como categorias pré-estabelecidas de análise, que por ora chamaremos de Categorias A, B e C, conforme o Quadro 1:

Quadro 1 - Categorias criadas para auxiliar na análise dos resultados

<b>CATEGORIA A</b>	Autonomia envolve autoconfiança e motivação
<b>CATEGORIA B</b>	Autonomia é um processo que se manifesta em diferentes graus
<b>CATEGORIA C</b>	Autonomia depende da vontade do aprendiz em se responsabilizar pela própria aprendizagem

Fonte: Do autor (2022).

No presente trabalho, buscamos verificar se houve desenvolvimento de autoconfiança e motivação, observamos os graus de conhecimento que foram alcançados com o desenvolvimento da Sequência Didática e analisamos o a motivação do discente em se responsabilizar pela sua própria atividade.

## 10 DESCRIÇÃO ANALÍTICA DAS AULAS

Devido à pandemia e a suspensão das aulas presenciais desde o mês de março de 2020, buscou-se adequar às novas situações de trabalho. Essas mudanças foram um desafio muito grande para professores e alunos. Toda construção do projeto, passando pela escolha e definição do tema de estudo, pesquisa e levantamento de informações, construção e desenvolvimento da SD, apresentação da qualificação, produto educacional e dissertação foi realizada ao longo dos anos de 2019, 2020 e 2021 para sua finalização em 2022.

O desenvolvimento da SD ocorreu em janeiro de 2021 quando os alunos do terceiro ano estavam concluindo o ano letivo. Todas as atividades foram realizadas no modo remoto, procurando atender os horários disponíveis para todos. Na Tabela 1 abaixo informamos datas e horários em que as atividades ocorreram.

Tabela 1 - Cronograma de Aulas da SD

DATA	AULA	INÍCIO	TÉRMINO
04/01/2021	Aula 01	20:00 horas	20:50 horas
05/01/2021	Aula 02	20:00 horas	20:50 horas
07/01/2021	Aula 03	20:00 horas	20:50 horas
11/01/2021	Aula 04	20:00 horas	20:50 horas
12/01/2021	Aula 05	20:00 horas	20:50 horas
13/01/2021	Aula 06	20:00 horas	20:50 horas
20/01/2021	Aula 07	20:00 horas	20:50 horas
21/01/2021	Aula 08	20:00 horas	20:50 horas

Fonte: Do autor (2022).

Na descrição das aulas faremos também a análise dos dados observados ao longo da aplicação da SD. Nela contém os relatos dos alunos que foram enviados ao drive da turma aula a aula completados com informações anotadas pelo professor em seu diário de campo. As análises são feitas tendo total imparcialidade dos fatos, não sendo tendenciosas no sentido de forçar alguma interpretação de informação. A cada aula discutida, têm-se a imagem do material enviado pelo aluno no drive acrescido de sua contribuição ao longo das discussões ocorridas nos momentos de encontro virtual entre todos. No fechamento de cada momento, tem-se a formalização geral de tudo que foi observado pelo professor na análise da respectiva aula.

## 10.1 Aula I

Teve seu início no dia 04/01/2021, às 20:00 horas, a sequência didática intitulada “*Discutindo conceitos de eletromagnetismo a partir do funcionamento de um dínamo*” que visa apresentar os conceitos do eletromagnetismo de uma maneira diferente à tradicional. Participaram desse momento os 04 alunos que foram convidados, ou seja, tivemos 100% de presença.

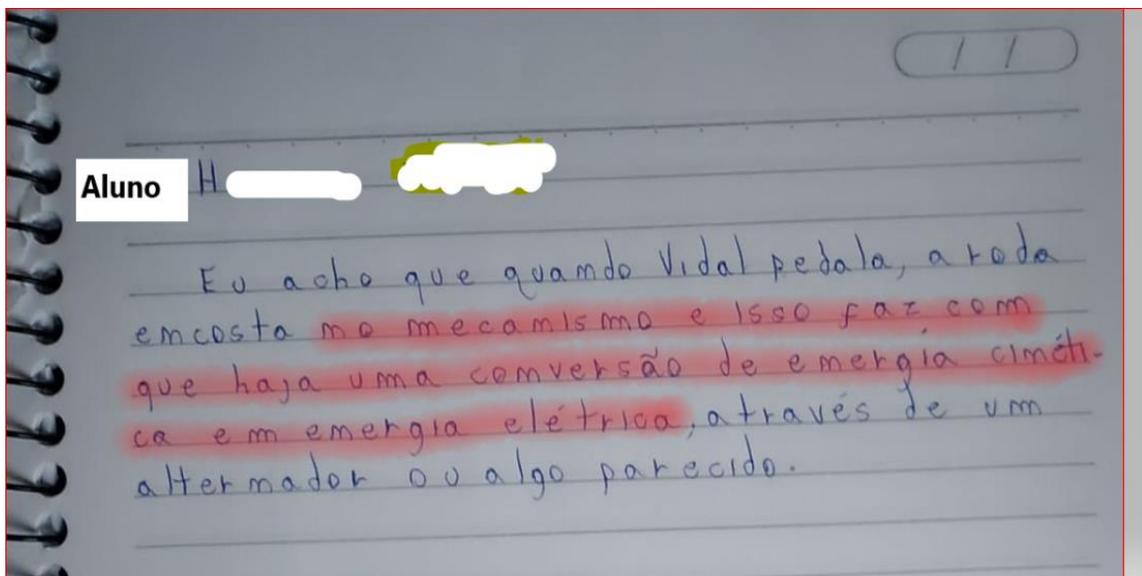
No início, o professor fez uma breve explanação dos objetivos daquele encontro, solicitando que os alunos não deixassem de frequentar o conjunto de aulas elaboradas na SD e que não fizessem nenhum tipo de pesquisa em fontes alternativas, como internet, livros, entre outras, na tentativa de responder à questão central da sequência. Buscamos aqui que essa resposta seja construída pelos próprios alunos, ao longo das atividades, em um processo investigativo. Feito este acordo didático, os alunos que chamaremos de D, H, J e Y se comprometeram a cumpri-lo.

Assim, demos seu início com o professor disponibilizando o texto Vidal e sua bike, que fora escrito pelo mesmo para contextualizar o desenvolvimento do Eletromagnetismo. O texto convida o leitor a responder aquela questão fundamental e, em diferentes momentos da SD, essa pergunta é estrategicamente refeita, nas diferentes atividades, com o intuito de verificar a riqueza nas respostas à medida que mais informações são incrementadas no universo da sala de aula. Os alunos receberam o texto na plataforma virtual do Google Sala de aula e também ficou disponível na apresentação online feita pelo professor usando o Google Meet. Feita uma primeira leitura, o professor fez uma segunda em voz alta e em seguida, abriu espaço para manifestações dos alunos. De imediato, apenas com a leitura do texto, o aluno Y informou que quando estava no ensino fundamental os alunos do ensino médio de sua escola, haviam feito em sua sala de aula, um experimento semelhante ao descrito no texto. Em seguida, para enriquecer a discussão, o professor trouxe para sala de aula, por meio de um vídeo, por ele mesmo produzido, a própria bike de Vidal. No vídeo claramente se vê o fenômeno físico em questão, ou seja, à medida que a bike entra em movimento, pela ação das pedaladas do ciclista, as lâmpadas do farol e da lanterna se acendem. Quando o movimento cessa, não há luz produzida. Feita essa demonstração, o professor conduziu as discussões com seus alunos, que participaram com entusiasmo na tentativa de argumentar a respeito da luz produzida na bike de Vidal. Em primeiro lugar os alunos perceberam que a presença do movimento de rotação das rodas era fundamental na produção da luz. Também perceberam que na bike não havia pilhas ou outras baterias que pudessem produzir tal luz.

O aluno H fez uma intervenção interessante dizendo que “o princípio de produção da luz na bike era semelhante a uma lanterna que ele tinha em sua casa que somente quando ela era sacudida a sua luz se acendia”. Esse aluno prometeu encontrar esse dispositivo para mostrar aos demais que ficaram curiosos, em aulas futuras. Já nesta primeira aula é possível observar que o comentário feito pelo aluno é de extrema importância, visto que consegue observar através do vídeo a correlação do mecanismo sem mesmo saber sobre seu real funcionamento.

Identificamos aqui, que o aluno H contempla a categoria B, pelo menos parcialmente, ao demonstrar autoconfiança em manifestar sua resposta, relacionando à situação problema proposta na SD, com outra situação que em seu julgamento é similar. Para que o aluno tenha autoconfiança em relacionar um fato em específico, é necessário ter condições de analisar os fenômenos à sua volta, conseguindo propor uma correspondência entre eles. Em sua segunda observação acerca do vídeo, ele menciona que deveria ser uma transformação de energia, ou algo do tipo, através de um alternador. Neste momento ele consegue observar que a energia é transformada, sendo energia cinética em energia elétrica através de um alternador, conforme recorte feito de sua resposta que aqui é reproduzido.

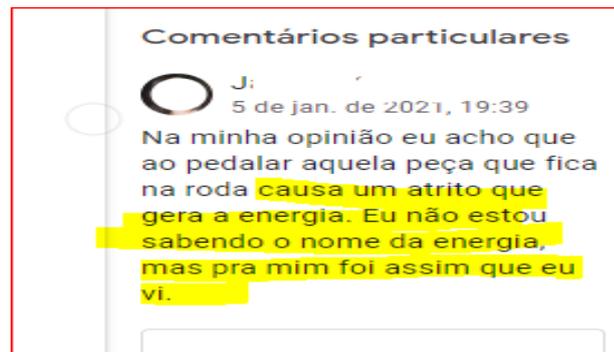
Figura 11 - Relato H



Fonte: Do autor (2022).

Já o aluno J acreditava que a luz era produzida pelo efeito de atrito da roda com um dispositivo que aparecia no vídeo, mas que ele não sabia o identificar pelo nome correto. Reproduzimos abaixo sua argumentação.

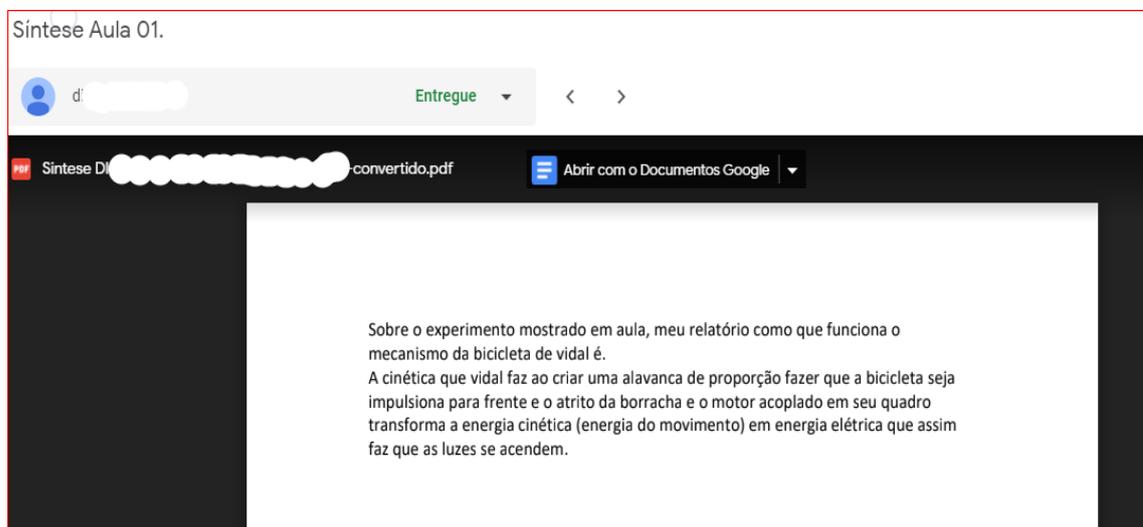
Figura 12 - Relato J



Fonte: Do autor (2022).

O aluno D também argumentou que devia ser a transformação de energia cinética (energia de movimento) em energia elétrica já que essa era a energia que acendia o farol e lanterna traseira da bike. É observado que a identificação de transformação de energia aparece novamente, ou seja, os alunos conseguem a partir do vídeo perceber o processo de conversão de energia identificando que a energia originada é de natureza elétrica, sendo ela a responsável por acender o farol da bike. Abaixo segue o recorde da resposta dada pelo aluno D.

Figura 13 - Relato D

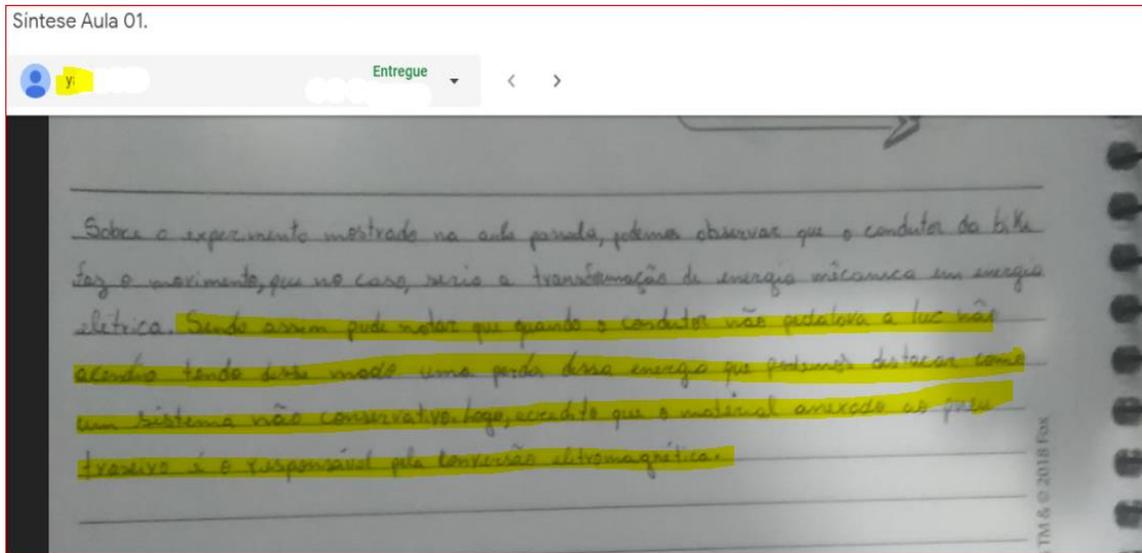


Fonte: Do autor (2022).

O aluno Y observou que quando o condutor não pedala, não existe a produção de luz e salientou que o objeto preso à roda traseira, que ainda não sabe o nome, é o responsável pela conversão da energia eletromagnética. Observamos que este aluno utiliza o termo “energia eletromagnética” para justificar o fenômeno observado. Ele foi o único nesta primeira aula a

atribuir ao mecanismo desconhecido preso à roda, como sendo responsável pela conversão da energia. Abaixo anexamos sua resposta ao texto.

Figura 14 - Relato Y



Fonte: Do autor (2022).

Novamente para dar mais elementos à discussão, o professor apresentou um segundo vídeo, por ele próprio produzido, deixando ainda mais claro o elo entre o movimento de rotação da roda e da luz produzida. Neste vídeo aparecia em destaque o dispositivo apontado pelo aluno J que, segundo ele, produzia a luz pelo atrito com o pneu da bike em movimento. Após essas discussões o professor solicitou, como tarefa para casa, que cada aluno produzisse um pequeno texto com suas hipóteses a respeito do fenômeno observado. O texto deveria ser enviado ao professor via Google Sala de Aula até o próximo encontro. A aula foi encerrada com o professor agradecendo a presença de todos, inclusive do orientador que também estava presente como observador.

### 10.1.1 Pontos relevantes observados na primeira aula

- boa vontade dos estudantes em participar da atividade, motivados em discutir o fenômeno observado mesmo sem saber claramente do que se tratava. Lembramos que a motivação demonstrada pelos estudantes é fundamental no desenvolvimento da autonomia, conforme estabelecido, quando criamos a categoria A;
- integração entre os estudantes, trocando opiniões, argumentações, assiduidade com o horário da atividade;

- c) capacidade de associação de conhecimento prévios com o novo. Isso apareceu em pelo menos dois momentos. No primeiro, quando o aluno reconheceu o fenômeno físico envolvido na bicicleta de Vidal com um experimento que ele havia presenciado em seu ensino fundamental. No segundo, quando ele associou a importância do movimento de rotação da roda para produção de luz com o seu dispositivo chamado de lanterna sem bateria, que só acende quando a roda é posta em movimento. Aqui talvez possamos inferir alguma autonomia observada como sendo a capacidade do aluno em fazer conexões, extrapolando o fenômeno para outros sistemas;
- d) a explicação do fenômeno ainda está distante, mas os alunos mencionaram conceitos físicos chave como transformação da energia, identificaram o dispositivo fundamental na bike de Vidal, embora ainda não tenham conseguido identificar o dispositivo. Fizeram algumas hipóteses, como por exemplo, quando atribuíram a origem da luz como decorrente do atrito da roda com esse dispositivo. Lembrando que a formulação de hipóteses é fundamental no desenvolvimento de uma atividade investigativa;
- e) observamos que os alunos fizeram tentativas, a partir de seus conhecimentos prévios, de dar uma explicação para o fenômeno. Assim, nesta aula percebemos notória curiosidade, envolvimento e a consequente motivação na busca por uma resposta à questão motivadora. Tais características podem garantir, pelo menos por ora, o sucesso nas atividades subsequentes uma vez que, outros elementos serão inseridos ao enredo e respostas mais consistentes poderão ser elaboradas.

## 10.2 Aula II

A aula II iniciou com o professor abrindo espaço para que os alunos pudessem discutir e dar novas explicações sobre o fenômeno observado na aula I e assim pontuar questões importantes por eles colocadas nos relatos enviados no drive da turma.

O aluno H relatou que o dispositivo acoplado à roda da bike, ao qual não se sabe o nome correto, poderia funcionar como um “alternador”. O professor quis saber mais sobre sua afirmação. Ele respondeu que imagina o dispositivo realizando uma transformação de energia, ou seja, energia cinética sendo convertida em energia elétrica, através desse dispositivo, que poderia funcionar como um alternador. Sua justificativa nesta aula se volta ao mecanismo desconhecido que ele chamou de alternador, sendo ele o responsável pela conversão da energia.

Percebemos que o aluno consegue observar que essa transformação só ocorre devido ao movimento da roda, pois quando esta se encontra em repouso, não existe produção de luz.

Questionado pelo professor sobre o porquê de usar o termo “alternador”. A resposta dada pelo aluno H: “é devido à utilização deste mecanismo ser o responsável por realizar conversões desse tipo”. Aqui podemos perceber que o aluno H associa ao dispositivo desconhecido algo, como um “alternador”, que ele reconhece do seu cotidiano como sendo capaz de transformar energia mecânica em energia elétrica. Anteriormente outros alunos também já haviam mencionado tal conversão, sem entretanto fazer conexão com este dispositivo do dia a dia. O aluno J reforçou o que havia colocado na aula I. O atrito entre o dispositivo desconhecido e a roda da bike pode gerar a energia necessária para manter o farol aceso durante o movimento sem entretanto estabelecer uma natureza para tal energia. O aluno D, em seu relato, menciona que o dispositivo desconhecido pode ser considerado como um “motor de arranque”, que pode gerar o início da energia a ser convertida no mecanismo. O professor ainda perguntou de onde poderia se originar a energia que desse o pontapé inicial ao “motor de arranque”. O aluno se auto corrigiu dizendo que aquilo que ele havia afirmado estava errado, pois o motor de arranque, segundo ele, necessita de uma centelha de energia elétrica para iniciar seu movimento. Aqui percebemos que a hipótese a priori feita pelo aluno não se sustentou pela sua própria argumentação. Numa atividade investigativa o abandono de possíveis hipóteses faz parte do processo. O aluno Y alegou ter dificuldades em enxergar a energia cinética, pois não sabia dizer qual massa deveria ser considerada, se era a massa da bike ou a massa do dispositivo desconhecido. Mesmo assim, consegue afirmar que a energia mecânica no sistema não é conservada e sendo transformada em elétrica, apenas quando existe movimento.

Após essa discussão inicial, o professor perguntou se até aquele momento eles já conseguiam identificar o elemento fundamental no funcionamento da bike de Vidal. Um minuto de silêncio, e novamente o professor pergunta o que impede eles de entender como funciona o mecanismo da bike. Subitamente, o aluno D pergunta: “existe a possibilidade de desmontar o dispositivo”? Os demais alunos se interessam pela questão do colega fazendo coro a ela. O aluno J complementa, dizendo que quer conhecer as partes internas do dispositivo para saber o que há lá dentro e posteriormente, saber como funciona. Consolidado esse momento onde todos observam que abrir o mecanismo desconhecido é a melhor estratégia, o professor reproduz um vídeo onde tal façanha é realizada.

Os alunos ficam maravilhados com os materiais observados e, durante e após o vídeo, começam a discutir entre si a real função dos objetos por eles identificados. O aluno Y afirma

que os fios de cobre observados são bons condutores de eletricidade, logo, o aluno D observa que aquele conjunto de fios pode constituir e funcionar como uma bobina. O aluno J pergunta se o outro objeto se trata de um ímã, e quase que automaticamente, todos concordam com essa afirmação. O aluno H disse que se o ímã gira dentro do dispositivo, este pode gerar um campo magnético e que para falarmos de eletromagnetismo, precisamos falar de ímãs e eletricidade.

Nesta aula é possível identificar o engajamento da turma em buscar uma solução para o problema colocado. Com a tomada de decisão em abrir o dispositivo os alunos revelam características como: motivação, autoconfiança, vontade de aprender mais e de serem os próprios protagonistas desta aprendizagem. Os alunos reconhecem alguns materiais presentes no dispositivo, atribuem funções a cada um deles, fazem algumas hipóteses sobre o papel que cada um pode desempenhar. Fica evidente que eles possuem conhecimentos ligados diretamente à eletricidade quando identificam os fios de cobre emaranhados formando uma bobina e reconhecendo sua capacidade de transferir corrente elétrica. Nota-se também a afirmação de que um ímã gera campo magnético ao seu redor. Em suma podemos inferir características de autonomia, pelo menos parcialmente, presentes nas categorias A, B e C, que escolhemos para analisar os resultados.

A aula encerra com o professor solicitando um novo relato do que foi discutido e observado até ali. O professor comenta que os discentes, após aquela, apresentam melhores condições de realizar uma conexão entre o fenômeno da bike e o papel desempenhado pelos objetos por ele identificados após a abertura do dispositivo.

### **10.2.1 Pontos relevantes observados na segunda aula**

- a) na aula II pôde-se observar que as ideias já começam a ficar mais claras no entendimento de todos;
- b) eles concluíram, por livre e comum acordo, que abrir o dispositivo seria a coisa mais interessante naquele momento, afinal, todos estão buscando obter mais informações. Nessa questão, podemos observar indícios de autonomia, já que os próprios alunos buscaram uma solução clara e inteligente na tentativa de resolver o problema;
- c) após a abertura do dispositivo, podemos observar a relação que eles fizeram atribuindo ao ímã um campo magnético e ao fio de cobre, uma boa condução de eletricidade. Temos aqui o subsunçor de aprendizagem em evidência, ou seja, eles já possuem essas informações oriundas de conhecimentos anteriores;

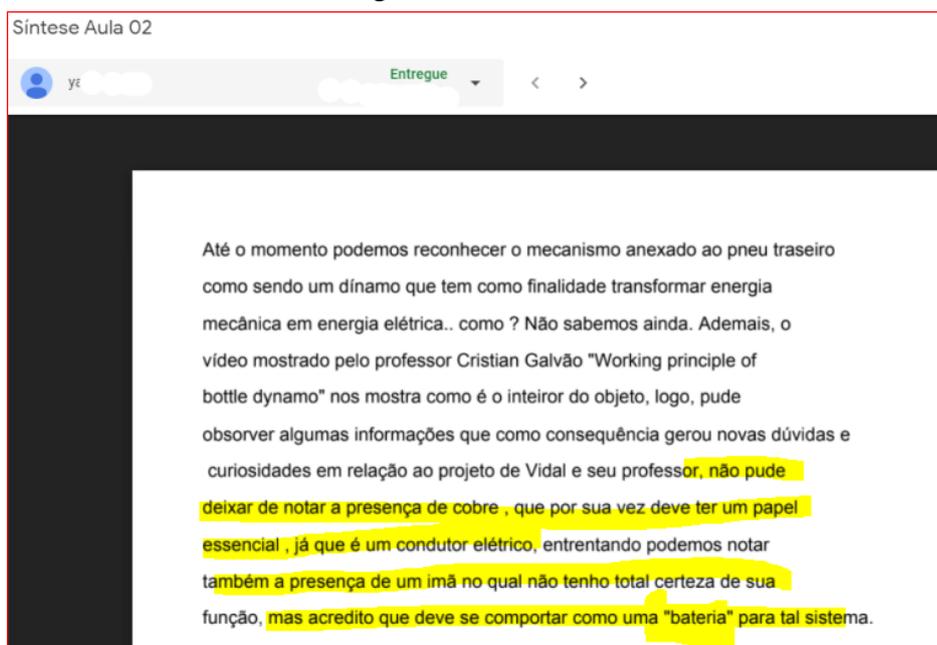
- d) abordaram tópicos importantes como campo magnético, condutores elétricos, energia cinética sendo transformada em energia elétrica, bobina, entre outros;
- e) nas próximas atividades mais elementos serão inseridos ao enredo e novas respostas deverão ser construídas por eles.

### 10.3 Aula III

O professor inicia a aula III comentando sobre os relatos enviados pelos discentes ao final da aula II.

O aluno Y salienta novamente a presença dos fios de cobre e sua importância na condução de energia elétrica. Consegue identificar a presença do ímã no dispositivo, porém não tem certeza do seu real funcionamento e nem da sua função. Ele faz a hipótese de que talvez o ímã possa funcionar como uma “bateria”. Tal hipótese demonstra que o aluno talvez o veja como responsável pela geração de energia que acende os faróis. Entretanto, o aluno não menciona ou não faz relação com os fios de cobre, os argumentos ainda não se completam. O fato deste aluno conseguir identificar o ímã como uma bateria poderia ser inferido como uma certa autonomia se manifestando em diferentes graus, já que afirma ser esse mecanismo o responsável pela produção da energia que sustenta o sistema, conforme estabelecido pela categoria B em nosso processo de análise. Abaixo reproduzimos um comentário do aluno Y.

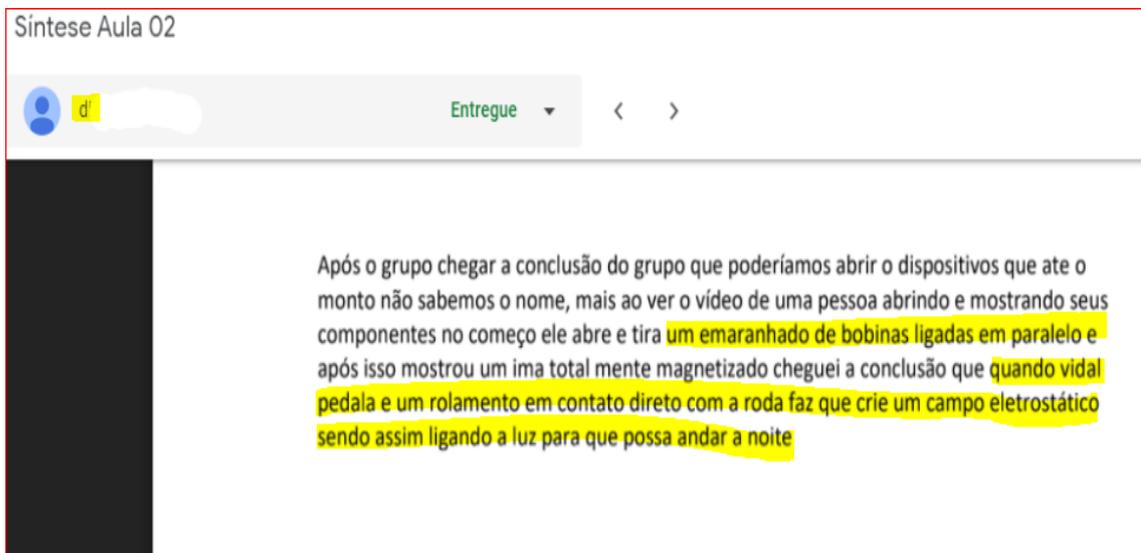
Figura 15 - Relato Y



Fonte: Do autor (2022).

O aluno D coloca agora o termo “emaranhado de bobinas” para representar um conjunto de 6 bobinas por ele identificado no dispositivo. Aponta também que quando Vidal pedala, o rolamento em contato com a roda cria um campo eletrostático, fazendo assim, que a luz acenda. Segundo a afirmação do aluno, esse termo campo eletrostático é devido ao movimento da energia dentro das bobinas. Aborda também a existência de um ímã magnetizado. Quando indagado pelo professor, não consegue formalizar seu entendimento sobre os termos levantados e a real função do ímã neste contexto. Aqui notamos uma certa confusão nas palavras, ímã magnetizado, campo eletrostático. Abaixo transcrevemos sua resposta.

Figura 16 - Relato D



Fonte: Do autor (2022).

O aluno J concorda com os argumentos dos colegas, dados na aula anterior. Concorda que existe ali o fio de cobre, o conjunto de bobinas e que existe a conversão das energias, cinética em elétrica. Alega semelhança entre as placas conversoras de energia solar observadas nos tetos de casas, responsáveis por transformar energia solar em elétrica. Pode-se observar neste ponto que o aluno consegue relacionar situações observadas em seu cotidiano com as descritas em sala de aula. Ele acredita que o atrito gerado na roda com o dispositivo realiza a transformação da energia através da “movimentação” interna do ímã dentro da estrutura. Podemos observar que ele afirma existir algum movimento do ímã dentro da estrutura, porém não consegue formalizar se realmente existe ou não ou como ele funciona. Abaixo transcrevemos sua resposta.

Figura 17 - Relato J

Síntese Aula 02

Entregue

Pesquisar os menus (Alt+)

125% Texto norm... Arial

Pra falar a verdade eu tenho tantas perguntas sem resposta que não sei por onde começar. Eu imagino e imagino como tudo pode estar acontecendo ali dentro, às vezes descarto a hipótese do atrito e outras não. Eu vejo a parte interna como aquelas placas de teto, que recebe luz solar e transforma em energia elétrica. E começa a concordar com o que foi falado por um dos alunos sobre a bobina, sobre um campo elétrico do ímã, sobre o cobre ser uns dos melhores condutores de energia. É como se ali fosse um transformador de uma energia pra outra. Eu ainda estou pensando na energia cinética sendo transformada em energia elétrica. Até onde eu sei a energia cinética ela tem algo a ver com movimento. Ai eu me pergunto se algo ali dentro se move ou é só o movimento dos pedais mesmo. Imaginei como se aquelas plaquinhas absorve se uma energia com a ajuda do ímã transforma se em outra. É como se ao pedalar tivesse o atritos e elas absorve se a energia daquele movimento e transforma se em energia elétrica.

Pode ser que nada disso tenha sentido, e que eu estou falando muita bobagem. Mas meus neurônios estão queimando de pensar em várias hipótese pra chegar uma conclusão. Fora ansiedade que eu estou. Rsr

Fonte: Do autor (2022).

O aluno H salienta que se o dispositivo identificado pelos colegas não for um ímã, ele pode ser “alguma coisa magnetizada” que tem a capacidade de gerar um campo magnético ao seu redor. Ao realizar essa afirmação, o aluno mostra que já identificou a presença de campo magnético presente no sistema, ou seja, demonstra certa autoconfiança e motivação o suficiente para alegar tal afirmação. Observa que as placas onde estão acopladas as bobinas podem transportar a energia gerada no sistema. Quando indagado pelo professor sobre tal afirmação, não consegue justificar o fato dessas placas transportarem a energia. Abaixo segue sua transcrição.

Figura 18 - Relato H

Síntese Aula 02

Entregue

Pesquisar os menus (Alt+)

125% Texto norm... Arial

Dentro do dínamo teria um ímã ou algo magnetizado que poderia gerar um campo magnético, e em conjunto com as placas gera algum tipo de energia por causa do movimento gerado ao pedalar, essa energia passa pelas bobinas e liga a luz.

Fonte: Do autor (2022).

Em seguida o professor inicia a segunda parte da aula contextualizando todas as informações que foram discutidas até aquele momento. Ele pontua propriedades relacionadas ao fio de cobre, às bobinas e ao ímã, itens mais discutidos até aqui. Ele prepara o final da aula conduzindo os discentes a identificarem os conteúdos da física presentes naquela discussão.

Diante desta discussão, é possível identificar que todos alunos apontam que a eletricidade está presente no sistema. Os alunos H e Y também apontam que o magnetismo está representado pelo ímã. O encontro finaliza com o professor mencionando que na próxima aula o conteúdo de magnetismo será explorado em maior profundidade.

### **10.3.1 Pontos relevantes observados na terceira aula**

- a) as discussões começam a apresentar contextos mais importantes e encorpados sobre o assunto;
- b) alunos conseguem relacionar os conhecimentos anteriores com os mecanismos observados neste momento da aula;
- c) já é possível identificar que conseguem relacionar eletricidade e magnetismo agindo em conjunto, porém ainda sem condições de explicitar esta relação;
- d) ao atribuir à eletricidade a razão da luz acender na bike e a geração de um campo magnético ocorrer devido a presença de um ímã ou algo magnetizado, evidencia a autoconfiança e portanto, traços de autonomia ao longo da atividade investigativa;
- e) nas próximas atividades mais elementos serão inseridos ao contexto da SD e novas respostas serão elaboradas a partir deles.

## **10.4 Aula IV**

Para o início desta aula, tivemos a baixa de um aluno que, por motivos alheios, não pôde ou desistiu de acompanhar os passos seguintes do desenvolvimento da SD. Diante disso, abrimos a aula IV com as discussões sobre os argumentos colocados pelos discentes sobre o funcionamento do dínamo. É notório a curiosidade de todos em desvendar o funcionamento do mesmo. Até aqui todos observaram que o dispositivo desconhecido era composto por um emaranhado de fios que denominaram bobina e um ímã.

Diante disso, o professor convidou a turma para assistir alguns vídeos que poderiam ajudar na compreensão dos conceitos ligados ao magnetismo. Esta parte contempla um pouco da história da evolução do tema e suas relações com a natureza e o homem. Nesses vídeos pôde-

se observar os primeiros relatos surgidos na Grécia antiga de pedras que eram atraídas pelas travas de ferro das sandálias dos pastores, a descoberta da bússola realizada pelos chineses e sua importante contribuição no período das grandes navegações, a relação da Terra com o magnetismo e a importância da sua descoberta para o desenvolvimento da humanidade.

Este encontro é uma aula do tipo expositiva - dialogada sendo o professor o principal responsável pela sua condução. Nela ele apresentou elementos que poderiam contribuir na formalização de conceitos discutidos em torno do magnetismo. Os discentes puderam observar a importância da descoberta deste ramo da ciência e sua contribuição para a evolução da humanidade.

Discutiu-se um pouco a respeito de cargas elétricas, campo elétrico e as aplicações da eletricidade em geral em nossa vida cotidiana. O professor tentou fazer analogias entre eletricidade e magnetismo, identificando propriedades de cada um e verificando as respectivas semelhanças. Durante a discussão o professor teve de se conter para não adiantar fatos que colocassem o processo investigativo da SD a se perder. Eletricidade e magnetismo foram analisadas separadamente, justamente para que os alunos não tivessem informações importantes que poderiam utilizar futuramente na continuidade das atividades previstas. A aula foi encerrada com o professor solicitando que os alunos construíssem o relato habitual apontando as principais propriedades e aplicações dos ímãs.

#### **10.4.1 Pontos relevantes observados na quarta aula**

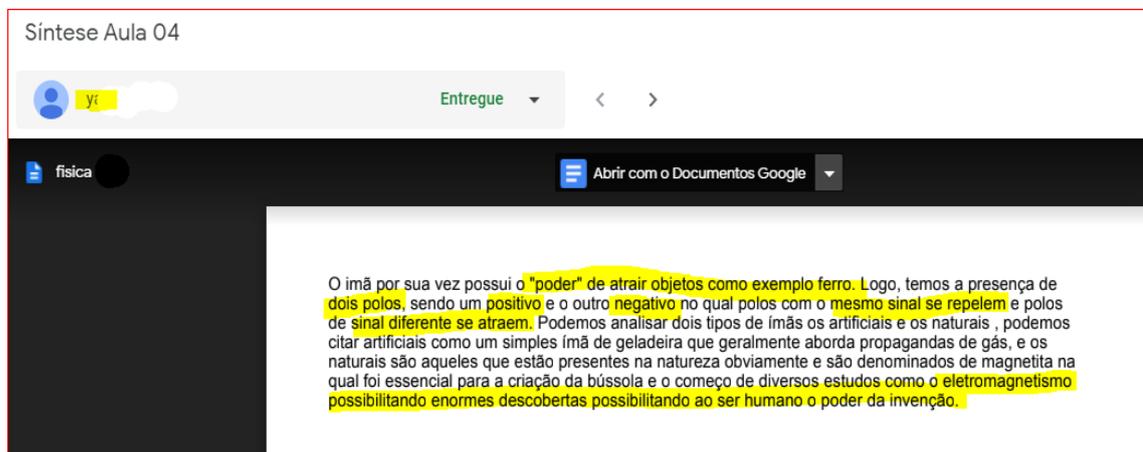
- a) os alunos acompanharam os relatos e vídeos transmitidos pelo professor com muita atenção;
- b) durante as explicações, foi possível identificar a curiosidade dos alunos acerca da gênese e evolução relacionada à ciência do Magnetismo;
- c) os alunos perceberam que nesta atividade foram municiados com mais informações que poderiam ser incorporadas às discussões e hipóteses até agora levantadas em torno da questão problema da SD.

#### **10.5 Aula V**

A aula V tem seu início com o professor abrindo espaço para que os alunos pudessem discutir e dar novas explicações sobre o fenômeno observado nas aulas III e IV pontuando questões importantes colocadas por eles nos relatos enviados no drive da turma.

O aluno Y observou que o ímã é capaz de atrair o ferro e que este possui a presença de dois polos, um denominado positivo e outro denominado negativo. Colocou que dois polos iguais quando são aproximados sofrem uma repulsão entre si e dois polos diferentes são atraídos mutuamente. É a mesma ideia que temos ao analisar o comportamento de cargas elétricas de mesmo sinal e de sinais diferentes. Colaborou também ao dizer que usinas hidrelétricas devem usar algum conceito de magnetismo em seu funcionamento pois já havia lido algo neste sentido em algum lugar. Assim, o próprio indivíduo é capaz de se motivar com o tema e desenvolver o interesse na busca por soluções à questão central problematizadora. Definiu como sendo positivo e negativo os dois polos de um ímã.

Figura 19 - Relato Y



Fonte: Do autor (2022).

O aluno D disse que os ímãs podem atrair alguns tipos de materiais que são magnetizados, citando exemplo de ferro, cobre e níquel. Consegue observar a utilização dos ímãs em alto falantes acoplados por bobinas elétricas. Não conseguiu definir, quando indagado, o que quis dizer com materiais magnetizados. Disse que viu na apostila e por isso fez essa observação. Ainda é uma comparação muito superficial, já que não consegue defender e entender o real funcionamento de ambos no mesmo sistema.

Figura 20 - Relato D

Síntese Aula 04

Entregue

Abrir com o Documentos Google

- Uma de suas propriedades são a **capacidade de atrair alguns metais**, atração e repulsão de polos magnéticos, alinhamento com os polos
- Pode ter como exemplo em nosso cotidiano o **alto-falante do nosso telefone a sua função junto** do conjunto bobina-cone é movido para frente e para trás, empurrando o ar em sua volta
- Um de seus grandes feitos após sua criação várias pessoas pararam de se perder em suas viagens ou em exploração.

Fonte: Do autor (2022).

Já o aluno H contribuiu de maneira mais satisfatória neste momento do relato. Alegou existir materiais denominados metálicos como sendo os atraídos pelos ímãs. Porém disse que ficou em dúvida quando observou em sua apostila o termo ferromagnético. Observou também, como o aluno Y, a presença de dois polos que podem se atrair ou repelir, dependendo da orientação que são postos próximos um ao outro. Salientou que o ímã atrai materiais ferromagnéticos por estes serem capazes de gerar campo magnético. Quando o ímã gira dentro do dínamo da bike de Vidal, este gera um campo magnético que se transforma em algum tipo de energia. Alega que o ímã gera algum tipo de energia. O fato do mesmo conseguir pesquisar e entender a relação existente entre alguns fenômenos o torna provedor do seu próprio conhecimento.

Figura 21 - Relato H

Síntese Aula 04

Entregue

Pesquisar os menus (Alt+/)

100% Texto norm... Arial 11

O ímã é feito de uma substância **ferromagnética** que gera um campo magnético ao seu redor, esse campo é capaz de atrair ou magnetizar outros materiais que são feitos de ferro, os ímãs são compostos por **dois polos, o positivo e o negativo**. Os polos negativos atraem polos positivos e repelem polos negativos e vice-versa.

Suas aplicações no cotidiano são em **bolsas e joias**, em ganchos para pendurar **quadros e na televisão**, pois eles possuem um tubo de **raios catódicos que possuem ímãs no seu interior**.

O ímã foi uma descoberta muito importante por se tratar de um **meio de criação de energia** e estar presente em vários dos aparelhos utilizados no nosso dia a dia, e sem ele vários dispositivos **como rádio, alto-falante, micro-ondas e outros**, não existiriam.

Fonte: Do autor (2022).

Diante de todas essas observações o professor conduz a aula juntando os pontos de vistas mencionados nos relatos e elaborando uma síntese. Ele confirma as afirmações sobre os polos, agora definidos como Norte e Sul que foram assim colocados em um dos vídeos. Discute a relação de polos iguais e diferentes entre si e a condição do ímã não ser um monopolo magnético, conforme é observado com as cargas elétricas. Os ímãs são dipolos magnéticos e assim permanecem, mesmo quando divididos em pedaços menores. Todo ímã possui um campo magnético que é identificado pelas orientações das suas linhas de campo, possuindo características de atrair os metais denominados ferromagnéticos por apresentarem relações magnéticas entre si. Os elementos ferromagnéticos sofrem ação das linhas do campo magnético presentes nos ímãs e se comportam também como ímãs. Estas discussões foram feitas com o professor se baseando nos relatos dos indivíduos.

Após construídos estes conceitos, o professor convidou os estudantes a assistir um vídeo que reproduz o antológico experimento de Hans Christian Oersted. Com este recurso ele pretendia que os alunos pudessem construir e compreender por si próprios, a fenomenologia existente entre a eletricidade e o magnetismo. O vídeo foi reproduzido e os discentes foram orientados a observar, anotar e pontuar os fenômenos ali presentes.

A aula encerrou com o professor solicitando um novo relato das observações identificadas no vídeo. No clássico experimento, Oersted deixa claro a bela relação existente entre as duas áreas da Física. Esperamos que os alunos pudessem identificar essa questão.

### **10.5.1 Pontos relevantes observados na quinta aula**

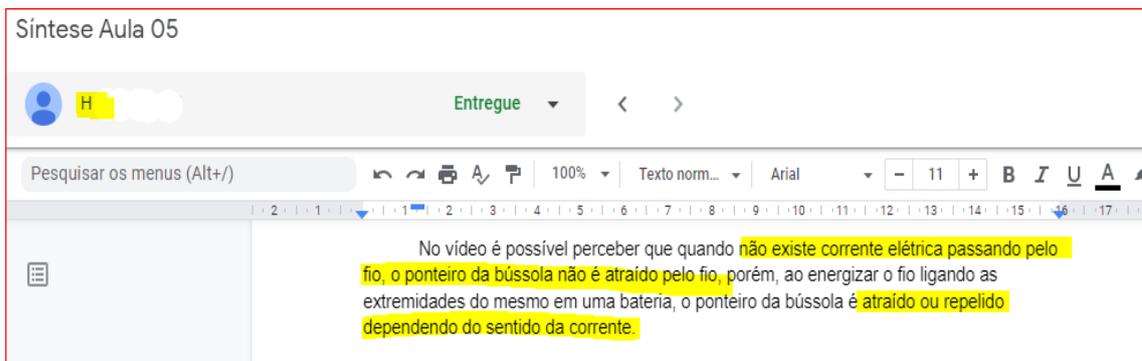
- a) as discussões começaram a apresentar contextos importantes e encorpados sobre o assunto, com o surgimento dos termos materiais metálicos, materiais ferromagnéticos, atração e repulsão entre polos magnéticos de um ímã e campo magnético criado em torno de um ímã;
- b) alunos conseguiram relacionar os conhecimentos anteriores da eletricidade ao mencionar o comportamento das cargas elétricas em comparação com os polos magnéticos de um ímã;
- c) também foi possível observar que os alunos mencionaram algumas aplicações do magnetismo quando citam usinas hidrelétricas e auto falantes, como exemplos.

## 10.6 Aula VI

No início da aula VI o professor abriu com os alunos as discussões apresentadas nos relatos referentes ao experimento de Oersted.

O aluno H observou que se não existisse corrente elétrica passando pelo fio, nada aconteceria com a agulha da bússola. Não havendo corrente, a agulha da bússola sofreria a influência apenas do polo norte da Terra. Observou também que quando a corrente muda de sentido no circuito, a agulha sofre nova deflexão no sentido oposto ao inicial. Afirmou em seu relato, que deveria haver alguma relação entre eletricidade e magnetismo, porém não conseguiu expressar precisamente o quão ligadas estariam ambas áreas. Com este relato, podemos identificar que o aluno faz algumas relações importantes no fenômeno, ele é capaz de observar e fazer hipóteses. Isto evidencia determinada autoconfiança e podemos inferir que a categoria A pré-estabelecida foi atingida.

Figura 22 - Relato H



Fonte: Do autor (2022).

O aluno D é mais incisivo em suas observações e coloca que a eletricidade é observada na movimentação das cargas elétricas ao longo do fio e que elas, por algum motivo, influenciam na orientação da agulha da bússola. Ele busca por termos que possam justificar essa relação. Justifica também que essa movimentação de cargas elétricas pode gerar o que acredita ser um campo magnético, explicitado no vídeo pelas setas em azul claro “rodeando o fio”. Ele acredita que se for um campo magnético, este pode estar influenciando a orientação da agulha quando o circuito permanece ligado. Novamente vemos aqui uma certa autoconfiança em analisar e fazer hipóteses em torno das observações mostradas no vídeo. Inferimos indícios de autonomia, considerando que a categoria A se faz presente em suas afirmações.

Figura 23 - Relato D

Síntese Aula 05

Entregue

- Magnetismo sua grandeza está relacionada à interação entre campos magnéticos
- Eletricidade e um fenômeno ocorre graças ao desequilíbrio ou à movimentação das cargas elétricas
- Uma coisa que elas tem em comum é quando tem uma corrente elétrica gera um campo eletro magnético

Fonte: Do autor (2022).

Já o aluno Y concorda com o aluno H quando justifica que na ausência de corrente nada ocorre com a agulha da bússola. Ele acredita que o ímã pode gerar corrente elétrica sendo então o responsável pelo funcionamento da bike de Vidal. Nesta afirmação, já é possível identificar a grande informação, apesar de incompleta em termos técnicos, realizada pelo indivíduo. Isso demonstra que as categorias A e B podem aqui estar contempladas, quando faz a hipótese de ser o ímã o responsável pela geração de energia elétrica. Salienta ainda que a agulha se move quando esta se aproxima de um fio condutor de energia. Aos poucos pode-se observar que as relações ganham cada vez mais corpo buscando sempre responder a questão norteadora da SD.

Figura 24 - Relato Y

Síntese Aula 05

Entregue

Pode ser analisado no vídeo que, quando a corrente elétrica passa pelo fio, a agulha da bússola se movimentando mudando a direção do polo Norte e apontando para diferentes direções do círculo, devido alguma ação da corrente elétrica que não desvendamos ainda. Desse modo, as duas grandezas podem sim se relacionar tendo em vista que o ímã pode sim gerar corrente elétrica como podemos observar na bicicleta de Vidal. Contra partida minha dúvida é: Uma corrente elétrica pode gerar um campo magnético?

Fonte: Do autor (2022).

Diante destas ponderações o professor procurou juntar pontos positivos de cada abordagem, verificando que cada uma delas poderia contribuir para a formalização de um conceito até então desconhecido.

Com a estratégia das atividades investigativas, foi possível construir com os alunos meios de responder à questão problematizadora desta aula: o que podemos observar ao analisar

o experimento de Oersted? Ao longo da discussão, novas observações foram colocadas em questão. “Seria a agulha da bússola responsável pela produção da corrente elétrica?”, indagou o aluno Y. Tão logo o aluno D discorda e alega que a bússola só sofre deflexão se tiver cargas elétricas em movimento e não o contrário. Nesta discussão o aluno H observa que a passagem de corrente pode gerar um campo magnético e que este pode ser o responsável por orientar a agulha da bússola. O professor insistiu em obter uma resposta mais assertiva, solicitando que os alunos formalizassem de uma maneira técnica as discussões que ali estavam ocorrendo.

Sendo assim, o aluno D, não se sabe se por leitura de alguma fonte externa ou conhecimento já formalizado, afirma que a movimentação de cargas elétricas carregadas cria ao seu redor um campo magnético capaz de orientar a agulha da bússola, afirma que corrente elétrica gera campo magnético. Isso também pode ser observado que se invertermos o lado da corrente, a agulha da bússola também sofrerá mudança de direção. Na afirmação realizada pelo aluno, podemos salientar duas possíveis características: a primeira é a curiosidade do mesmo em buscar respostas à questão, em alguma fonte de pesquisa, se este foi o caso. A segunda, está atrelada à primeira, pois se ela ocorreu atribuímos uma falta de responsabilidade, já que foi acordado no início da aplicação da SD, que não deveria ser feitas pesquisas em meios de comunicação diferentes dos contemplados na SD. Mesmo em circunstâncias adversas, identificamos um certo grau de autonomia do indivíduo, que ao tentar resolver a questão, por meio de pesquisa em fontes externas. Supondo isso ser a verdade, inferimos que categoria C poderia aqui estar presente, demonstrando que o indivíduo estaria se responsabilizando pelo seu próprio aprendizado. Sendo assim, diante desta dualidade de informações, resolvemos deixar esse fato de lado na análise final dos dados.

Embasado nas afirmações feitas pelo aluno D, o professor perguntou aos demais discentes se concordavam com o colega ou se queriam acrescentar alguma coisa. Prontamente eles mencionaram estar de acordo com os argumentos colocados pelo aluno D. O professor fez então um breve comentário esclarecendo que o clássico experimento de Oersted é famoso pela sua inestimável contribuição em esclarecer, de maneira lúdica e simples, a relação existente entre duas grandes áreas da Física, formalizando a partir dele, aquilo que hoje conhecemos por Eletromagnetismo. Os discentes ficaram satisfeitos e demonstraram interesse por esta descoberta, que foi verificada a partir dos comentários positivos acerca do experimento e de sua importância.

### 10.6.1 Pontos relevantes observados na sexta aula

- a) formalização da gênese do Eletromagnetismo;
- b) consenso entre todos que um fio condutor transpassado por uma corrente elétrica gera um campo magnético em suas vizinhanças;
- c) consenso da importância do experimento de Oersted para o desenvolvimento da Física e da Ciência da época;
- d) a evolução da ciência se deu através de experimentos que ajudaram a criar e formalizar os conceitos consolidados e utilizados até hoje.

A aula foi finalizada tendo seus objetivos, traçados inicialmente, consolidados. Até o presente momento os discentes já formalizaram o conhecimento que articula as bases da eletricidade e do magnetismo e no desenvolvimento de uma nova ciência: Eletromagnetismo.

### 10.7 Aula VII

A aula VII trouxe mais um experimento fundamental na evolução dos conceitos do eletromagnetismo, a descoberta da lei da indução eletromagnética de Michael Faraday.

O professor abriu a aula fazendo observações históricas acerca das descobertas de Christian Oersted e sua contribuição para a evolução da tecnologia em nosso cotidiano. Foi feita uma síntese sobre o fenômeno da descoberta de que corrente elétrica gera campo magnético nas vizinhanças de um condutor. Seguindo a linha de apresentar o experimento de uma forma lúdica, convidou seus alunos para que assistissem um vídeo que ilustra a descoberta da Indução Eletromagnética de Faraday.

O vídeo foi reproduzido e o professor questionou sobre o que os discentes poderiam identificar nas primeiras imagens. O aluno Y relatou ver uma bobina, ou um pequeno circuito elétrico, ligada a uma pequena luz de led e um ímã. A informação foi corroborada pelos demais. Na montagem do experimento, o professor fez a reprodução do vídeo excluindo a sonografia para que eles não ouvissem as explicações que ali estavam colocadas. Quando o experimento foi montado e colocado em funcionamento era observado um ímã oscilando no formato de um pêndulo, sobre a bobina estática no plano da mesa. O aluno D perguntou se o comprimento do fio tinha relação com a velocidade de movimentação do ímã. Tal observação foi descartada pelo aluno H, alegando que nada influencia a velocidade do ímã senão a distância que este passa da bobina. O professor solicitou aos alunos que verificassem o que ocorria quando o ímã passava

próximo à bobina. Todos observaram apontando que o pequeno led acendia quando havia uma proximidade de ambos os dispositivos. O aluno Y perguntou se uma vez que corrente elétrica gera campo magnético, a movimentação do ímã sobre a bobina poderia gerar corrente elétrica? O professor repassou aos demais a pergunta do colega. Um momento de silêncio foi observado, enquanto o experimento do vídeo continuava em funcionamento.

Em uma segunda variação o autor do vídeo muda os papéis dos itens, agora o ímã é preso no suporte inferior e a bobina é então colocada em movimento oscilatório sobre o ímã. Nesta segunda montagem, o professor perguntou o que eles poderiam observar e todos afirmaram que identificavam o mesmo fenômeno, porém agora com os itens apenas trocados. Quando a bobina com um led oscila como pêndulo cruzando sobre o ímã, acende sua luz.

Durante todo o experimento o professor estimulou os alunos para que verificassem os fenômenos observados pontuando cada um deles.

O aluno Y observou que o movimento é de extrema importância para a fenomenologia observada no experimento, ou seja, se ambos dispositivos estivessem em repouso no referencial do laboratório, nada ocorreria. Com este argumento ele enfatiza que o movimento é imprescindível para que o fenômeno possa ocorrer.

O aluno H afirmou que o movimento poderia ser responsável por gerar a energia elétrica necessária para acender o led. Pela movimentação do ímã, temos a variação do campo magnético que passa pelo interior da bobina, podendo gerar corrente elétrica. Nesta movimentação, a variação das linhas de campo devido ao movimento oscilatório do pêndulo que passam pela bobina, geram a corrente elétrica.

Para o aluno D o movimento também é o principal responsável por gerar corrente elétrica que acende a luz de led na bobina. Ele também tenta explicar que no experimento o que parece relevante é que campo magnético precisa sofrer alguma variação e, por intermédio do professor, usa o termo “variação do campo magnético”. Aqui o embrião de uma resposta para a problematização inicial da SD toma contornos explícitos em sua forma.

Depois de algumas discussões à procura de um termo apropriado que incorpore nele o fenômeno observado, a equipe com o auxílio do professor, formaliza: “a variação do fluxo do campo magnético que atravessa a bobina é a ação responsável por gerar corrente elétrica, acendendo assim a pequena luz de led presa à ela”.

Uma vez entendido o mecanismo fundamental presente no experimento de Faraday, o professor retomou a questão problematizadora sob a qual esteve amparada a SD e solicitou que os alunos, como grupo, formulassem uma resposta para a questão. Temos agora esclarecido o real funcionamento do dínamo e de como se produz a luz na Bike de Vidal. Abaixo

transcrevemos a resposta formulada oralmente pelos alunos: *“De forma semelhante ao experimento de Faraday, temos que na bike de Vital o movimento em giro do ímã dentro da bobina no interior de um dínamo, resulta na variação do fluxo de campo magnético. Tal variação será responsável pela produção de uma corrente elétrica, que acende a lanterna e ilumina as escuras estradas que Vidal irá percorrer ao retornar à sua casa”*.

O professor finalizou a aula solicitando aos alunos, que diante das discussões em torno do mecanismo relacionado à produção de luz na bike de Vital, que procurassem em seu cotidiano, outros exemplos onde o mesmo princípio seria utilizado, descrevendo o sistema onde isso ocorria.

### **10.7.1 Pontos relevantes observados na sétima aula**

- a) identificado o uso dos termos Variação do Fluxo do Campo magnético gera corrente elétrica, contribuindo para formalizar o conceito da produção da luz na bike de Vidal;
- b) consenso entre todos os discentes que o movimento é o principal responsável por oscilar a intensidade do fluxo do campo ao passar por uma bobina, realizando assim a produção de energia elétrica;
- c) consenso da importância do experimento de Faraday para o desenvolvimento da Física e da Ciência da época aplicados à nossa vida cotidiana;
- d) a importância da evolução dos conceitos de Eletricidade e Magnetismo unindo-se na construção do Eletromagnetismo. Todo o desenvolvimento dessa ciência contribuiu para que a humanidade pudesse continuar seu processo de desenvolvimento.

## **10.8 Aula VIII**

Fechando a SD, a aula VIII tinha como proposta analisar se as três categorias a priori, que foram escolhidas para a pesquisa, foram ou não contempladas. Fatores como autoconfiança e motivação, autonomia se manifestando em diferentes graus e a vontade do indivíduo em se responsabilizar pelo próprio aprendizado são os norteadores da última aula.

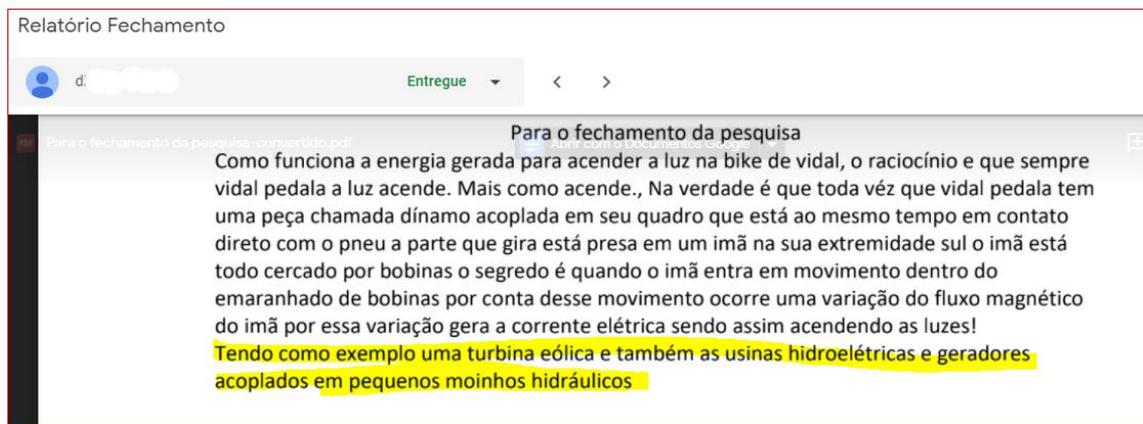
Ao longo da SD, estas categorias foram aos poucos aparecendo mediante as colocações, dúvidas, hipóteses ou respostas advindas dos alunos. Assim, o professor iniciou a última aula da SD analisando e desejando ampliar a discussão com os alunos acerca dos materiais que foram

enviados por estes no drive da sala. O material versava a respeito de uma pesquisa elaborada pelos alunos, relacionada a outros dispositivos, cujo princípio de funcionamento fosse da mesma natureza daquele desvendado na bike de Vital.

O aluno D trouxe em seu relato toda a explicação que tem conhecimento sobre o funcionamento do dínamo e em como a luz é formada para iluminar as estradas que Vidal irá percorrer a noite. Reforça, como feito já na aula anterior, que a variação do fluxo do campo magnético gerado pelo movimento do ímã é capaz de gerar a corrente elétrica necessária para acender a luz do farol da bike.

Percebemos que este aluno não entendeu o objetivo da proposta e apenas nas linhas finais do seu relato, abaixo reproduzido, é que mencionou de forma não concreta sobre fenômenos parecidos que podemos observar ao nosso redor. Questionado pelo professor acerca dessas comparações, o aluno disse que foi isso que encontrou nas pesquisas que realizou. Analisando a contribuição trazida por este aluno, inferimos que nesta tarefa não demonstrou autonomia suficiente para ancorar o conhecimento adquirido das atividades anteriores nesta atividade de fechamento. Atribuímos a falta de sucesso nesta atividade considerando que era a última da SD e que tratamos com alunos voluntários que em sua maioria não contribuíram para uma pesquisa de melhor qualidade.

Figura 25 - Relato D



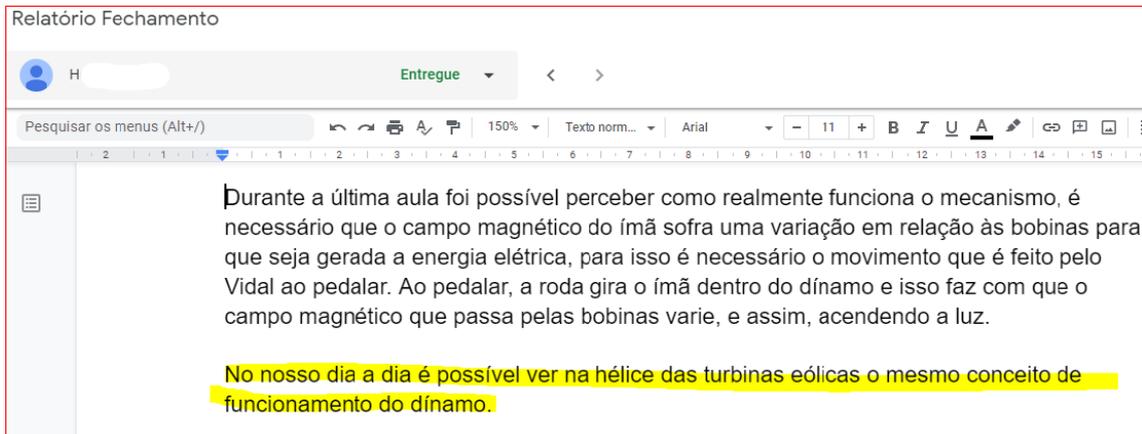
Fonte: Do autor (2022).

O aluno H, da mesma forma que o aluno D, trouxe em sua síntese o real funcionamento de um dínamo e como a luz é produzida em seu interior através do movimento gerado pelo condutor da bike. Aborda os termos movimento, variação do campo e energia elétrica.

Novamente espera-se um grande relato e contribuição de desenvolvimento, entretanto mencionou apenas os mecanismos utilizados nas turbinas eólicas como exemplo. Indagado pelo

professor, ele também afirmou ter encontrado este exemplo na pesquisa que foi realizada e que não tinha condições de listar novos sistemas naquele momento da aula. Abaixo reproduzimos seu relato.

Figura 26 - Relato H

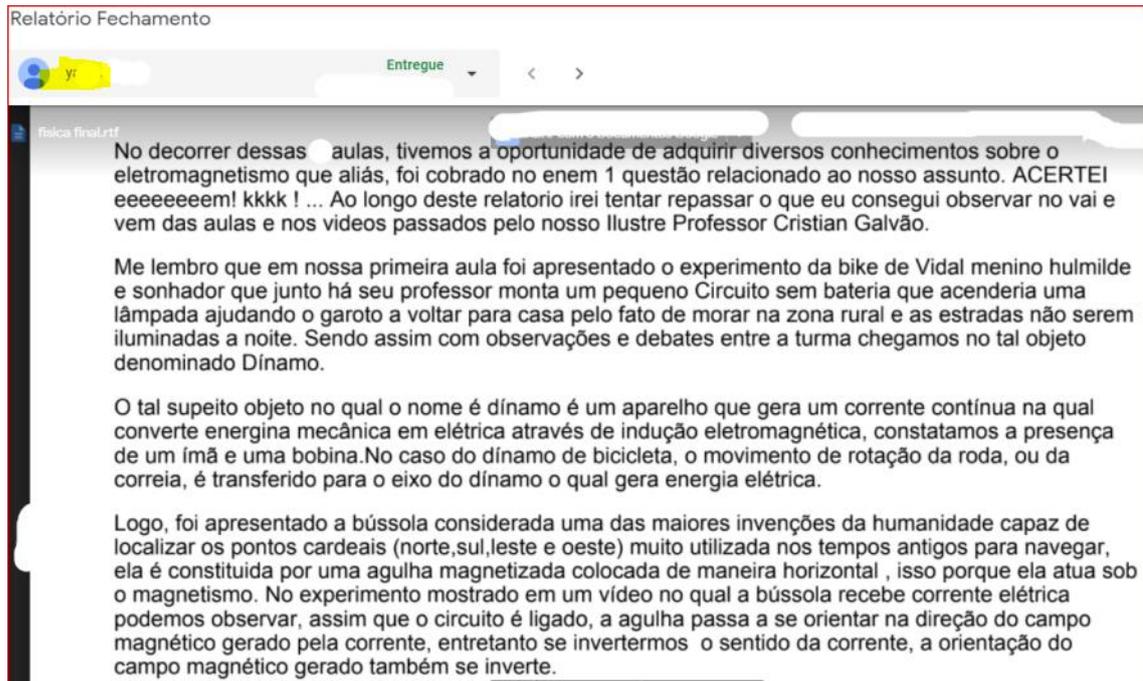


Fonte: Do autor (2022).

Finalizando o aluno Y trouxe um relato mais robusto que os demais colegas, porém sem muitas contribuições acerca das expectativas que estavam criadas para a análise final da SD.

Ele relatou em seu texto basicamente todas as aulas realizadas na SD, passando pela questão problema da Bike de Vidal, a construção do conhecimento acerca dos experimentos de Oersted e Faraday e como ocorreu o real funcionamento do dínamo. Depois disso, levantou questões que estavam fora do contexto pesquisa. Questionado pelo professor, alegou ter entendido que a tarefa era para fazer uma pesquisa sobre a evolução do Eletromagnetismo, embasando-se nas aulas apresentadas na SD. Abaixo reproduzimos seu relato.

Figura 27 - Relato Y



Fonte: Do autor (2022).

Para finalizar a aula e a pesquisa como um todo, o professor discutiu com os alunos sobre as aplicações mais comuns do eletromagnetismo em nossas vidas, mencionando as diferentes usinas de produção de energia elétrica, todas baseadas no princípio fundamental estabelecido pela lei da indução eletromagnética de Faraday contribuindo assim para formalizar todo o conceito que nos últimos relatos, deixaram a desejar. Ele também agradeceu a presença de todos no desenvolvimento da SD, lembrando que todos alunos eram voluntários. O professor relembrou da dificuldade em conseguir uma turma para poder desenvolver a SD e todos compartilharam deste momento com alegria.

### 10.8.1 Pontos relevantes observados na última aula

- apesar dos objetivos traçados para a última aula não terem sido atingidos, é evidente que os alunos realizaram algum tipo de pesquisa e dedicaram parte de seu tempo na elaboração do fechamento da tarefa;
- com a entrega dos relatos, finalizamos o material suficiente para verificar se os objetivos de pesquisa foram atingidos;
- independentemente da qualidade do último relato enviado por eles, foi possível realizar a pesquisa com um grupo de indivíduos voluntários.

## 11 RESULTADOS OBTIDOS

Esta pesquisa buscou verificar se ao final do desenvolvimento de uma sequência didática de 08 aulas, voltada para o ensino do eletromagnetismo através do funcionamento de um dínamo, era possível analisar se houve o desenvolvimento da autonomia de aprendizagem em um grupo de alunos voluntários. A SD foi desenvolvida no regime remoto devido à pandemia causada pelo vírus covid-19 e contou com a participação inicial de 04 indivíduos voluntários. O conjunto de 08 aulas foram analisados individualmente na seção anterior, onde o professor relatou e analisou a partir do material enviado pelos alunos no drive da turma e também das anotações em seu diário de campo durante a execução das aulas virtuais.

De acordo com as categorias que foram criadas para análise, a definida como Autoconfiança e Motivação, Gois (2016), ressalta que quando o discente admite responsabilidades, sente-se determinado e motivado, o processo de ensino e aprendizagem ocorre com êxito, além de estimulá-lo a buscar sua própria informação e conhecimento de forma independente.

Diante disso, Paiva (2011) coloca a motivação como um subsistema intrínseco que opera como uma força motriz em qualquer procedimento de aprendizagem. Salienta também que motivação é variável e não se restringe ao campo educacional, sendo uma condição necessária para autonomia.

Para Silva e Santos (2014, p. 91):

Não se pode ensinar autonomia em uma sala de aula, mas se pode criar situações favorecedoras de autonomização. O ambiente de aprendizagem precisa ser psicologicamente seguro para que os alunos não tenham receio de questionar a metodologia proposta e para que eles possam dar suas sugestões. Além dessas atitudes, eles precisam ser estimulados e apoiados para refletir sobre os aspectos cognitivos, como descobrir seus estilos e estratégias preferenciais, e afetivos, como, por exemplo, superar o nervosismo.

No presente trabalho inferimos que a categoria A pode estar contemplada na motivação dos discentes em participar espontaneamente do desenvolvimento da SD, já que se tratavam de alunos voluntários. Deve-se notar que esse fator já é observado como autonomia, ou seja, os alunos voluntários se dispuseram a participar da pesquisa evidenciando aqui sua motivação e autoconfiança em poder fazer parte do projeto. Esse ponto foi levado em consideração na análise dos resultados, já que a sequência didática foi apresentada a um grupo de vinte alunos e apenas quatro deles assumiram a responsabilidade de participar e concluir todas atividades previstas na SD.

Quanto à análise e discussão da categoria B, tem-se a autonomia manifestando-se em diferentes graus. Paiva (2006) dispõe de alguns fatores que influenciam nesses graus, destacando: o aprendiz, o professor, a tecnologia e a legislação educacional.

Gois (2016) coloca também que esses graus podem variar com a decisão de aprender, a metodologia de aprendizagem, ritmo, materiais, monitoramento, entre outros fatores, ou seja, a autonomia pode ser difundida e desenvolvida através da participação de todos os elementos presentes na sequência didática.

Durante o desenvolvimento da SD, observamos em diferentes momentos indícios de autonomia como, por exemplo:

- a) na tomada de decisão em abrir o dínamo, durante uma das atividades;
- b) na busca por fontes alternativas de pesquisa, quando foi necessário responder às questões propostas
- c) na apropriação dos termos “técnicos” que apareciam à medida que a SD avançava.

Podemos observar no decorrer da sequência, que a autonomia era construída de maneira independente em cada indivíduo. Isso foi observado em situações em que propuseram soluções para os problemas apresentados. À medida que o professor colocava as dúvidas, alguns alunos conseguiam acompanhar a evolução do conceito e melhorar suas argumentações. Com isto, a autoconfiança se consolidava, junto com o conhecimento do assunto estudado naquele momento.

Na terceira e última categoria, a Autonomia depende da vontade do aprendiz, ou seja, o próprio discente é o responsável pela sua aprendizagem. O professor mediador e todas as outras ferramentas utilizadas funcionam apenas como suporte para o desenvolvimento da autonomia e aprendizagem do aluno.

Paiva (2006) apresenta em seu trabalho um exemplo em que o aluno, nada contente com o ensino na escola, busca por outras estratégias e assume o comando da sua própria aprendizagem. A conduta autônoma desse discente o ajudou a desenvolver outros meios de aprendizagem na busca pelo conhecimento.

Gois (2016, p. 80) ainda retrata:

A busca pela autonomia é estimulada pela vontade de aprender. De certa forma, é essa autonomia que disputa o controle da própria aprendizagem com o método e com o professor, o que enfatiza que “a autonomia do aprendiz pode ser descrita como habilidade em assumir o controle sobre a própria aprendizagem a fim de maximizar todo o seu potencial.

Com respeito a este parâmetro, foi possível observar que, de diferentes formas, os alunos conseguiram organizar minimamente novos conceitos que apareciam em função das atividades.

No desenvolvimento da sequência, tivemos um aluno que, por razões particulares, não pôde dar continuidade às aulas. Assim, dos quatro alunos iniciais, finalizaram a proposta de pesquisa um total de três, com 100% de frequência.

Na análise aula a aula, o professor buscou ser o mais imparcial possível, não sendo tendencioso a forçar nenhum tipo de opinião acerca dos dados que estavam disponíveis. Procurar por vestígios do desenvolvimento da autonomia de aprendizagem não foi uma tarefa simples. Nos inspiramos na análise de conteúdo de Bardin (2011), iniciando com uma leitura flutuante para se ter conhecimento do banco de dados que foi levantado. Depois que esses dados foram organizados, nos baseamos nos parâmetros definidos por Gois (2016), para criar nossas categorias de análise. Foram analisadas as categorias de autonomia e motivação, autonomia se manifestando nos alunos em diferentes graus e a dependência da vontade e necessidade do discente em ser o responsável pela sua própria aprendizagem.

Analisando assim o conjunto de informações levantadas ao longo das oito aulas da SD, podemos pontuar:

- a) a recepção da apresentação da proposta da SD a um grupo de 25 alunos voluntários foi pouco satisfatória, pois apenas 04 desses alunos se dispuseram a participar e colaborar com a pesquisa;
- b) o ponto positivo a se destacar neste momento é a autonomia presente já na decisão desses 04 alunos em participarem da pesquisa;
- c) as categorias de autonomia de aprendizagem que foram pesquisadas ao longo da análise das informações disponibilizadas pelos alunos estão listados no quadro a seguir:

Quadro 2 - Parâmetros de Autonomia

<b>TIPOS DE AUTONOMIA ANALISADOS</b>	<b>CATEGORIA A: AUTOCONFIANÇA E MOTIVAÇÃO</b>
	<b>CATEGORIA B: AUTONOMIA MANIFESTA DIFERENTES GRAUS</b>
	<b>CATEGORIA C: AUTONOMIA DEPENDE DA VONTADE DO APRENDIZ SE RESPONSABILIZAR PELA SUA PRÓPRIA APRENDIZAGEM</b>

Fonte: Do autor (2022).

As aulas IV, V e VII foram expositivas dialogadas ocorrendo a apresentação dos vídeos que foram responsáveis por compartilhar a evolução do conhecimento, por isso não foram identificados categorias de análise.

Embasados nas categorias de análise de autonomia de aprendizagem, as aulas foram organizadas e analisadas buscando indícios que pudessem caracterizar ao pesquisador validar o tipo de autonomia presente naquele momento. Foi construído um quadro, vide abaixo, no qual é possível acompanhar a análise de uma maneira simples e objetiva. Foram listadas aula a aula nos respectivos alunos as categorias identificadas na pesquisa. Os espaços em branco são caracterizados por falta de participação dos mesmos ou de informações que não colaborassem para concluir o estudo naquele momento.

Quadro 3 - Análise da Aulas

	<b>ALUNO H</b>	<b>ALUNO Y</b>	<b>ALUNO D</b>	<b>ALUNO J</b>
<b>AULA I</b>	Categoria A	Categoria A	Categoria A Categoria B	Categoria A
<b>AULA II</b>	Categoria A	Categoria A	Categoria A	Categoria A
<b>AULA III</b>	Categoria A	Categoria B	-	Categoria A
<b>AULA IV</b>	-	-	-	-
<b>AULA V</b>	-	-	-	-
<b>AULA VI</b>	Categoria A	Categoria A Categoria B	Categoria A	-
<b>AULA VII</b>	-	-	-	-
<b>AULA VIII</b>	Categoria C	-	Categoria C	-

Fonte: Do autor (2022).

Com base no material levantado, é possível tirar algumas conclusões acerca do projeto de pesquisa.

Ao longo das 08 aulas, a categoria A ficou mais evidente, aquela que relata autoconfiança e motivação. A autoconfiança em relatar ou justificar alguma ideia se deve ao conhecimento adquirido pelo indivíduo ao longo de sua formação, seja ela acadêmica ou não. Em vários momentos os discentes justificaram suas hipóteses embasando-se em suas experiências anteriores sobre situações semelhantes às vividas naquele momento. A motivação ficou evidente em muitos momentos devido à utilização de experimentos lúdicos que prenderam a atenção do aluno provocando-o a desvendar a solução do problema. Ao longo de todo o

desenvolvimento da SD, era observado que eles buscavam as respostas para as perguntas utilizando argumentos que não estavam, às vezes, relacionados ao tema. Isso era observado quando eram indagados pelo professor e não conseguiam justificar as afirmações que haviam levantado. Diante disso, podemos concluir que a categoria A de nossa pesquisa foi alcançada com sucesso.

Seguindo a análise e pontuando sobre a categoria B: autonomia manifestando-se em diferentes graus. Também foi possível observar em alguns momentos, embora em escala menor comparada à categoria A, que cada indivíduo vinha conduzindo seu desenvolvimento de maneira diferente. Alguns alunos utilizavam as afirmações dos colegas para conseguir formular suas próprias conclusões. Conseguimos identificar mais essa categoria analisando os materiais que foram enviados ao drive. Alguns continham termos técnicos, caracterizando assim que o desenvolvimento do conhecimento sobre o tema era concretizado de forma diferenciada ao longo da SD.

Fechando a categoria C de análise: nela o indivíduo é responsável pelo seu próprio aprendizado, temos uma contribuição que vinha sendo conduzida de maneira satisfatória até certo momento da SD. Observamos que ao longo da SD os alunos eram capazes de fazer ligações dos fenômenos observados ali com os que estavam à sua volta, através de exemplos e experiências anteriores sobre o assunto. Deram alguns exemplos de mecanismos que pareciam utilizar das mesmas ideias dos experimentos que acompanhavam no momento. Porém, no fechamento da SD, justamente naquele em que se esperava um relato completo e rico em elementos que pudessem colaborar para uma boa análise, recebemos um material pobre em informações e exemplos da aplicação do eletromagnetismo em nossas vidas.

Finalizando nossa análise, concluímos que o desenvolvimento da SD atingiu em parte os objetivos iniciais que foram traçados. Conseguimos validar que o desenvolvimento deste conjunto de aulas organizado de acordo com os três momentos pedagógicos e tendo como pano de fundo as atividades investigativas, pode sim contribuir para o desenvolvimento da autonomia de aprendizagem no discente. Acreditamos que a SD pode ser mais efetiva se for conduzida em um sistema presencial de ensino, contribuindo para que os alunos tenham condições de não apenas assistir o experimento, mas serem os protagonistas. Apesar do resultado da última aula não ter sido o que se esperava, foi possível observar que ao longo da pesquisa alguns dos objetivos foram atingidos, conseguimos extrair dos discentes a curiosidade, autoconfiança e motivação, que são elementos fundamentais quando se investiga o desenvolvimento de autonomia de aprendizagem no indivíduo.

## 12 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Toda a construção e execução deste trabalho foram cercadas de inúmeros desafios. Inicialmente passando pela pandemia mundial da Covid-19 ao qual não tínhamos nenhuma ideia do que aconteceria conosco, a mudança para um regime remoto de ensino, a adaptação de professores e alunos à utilização de ferramentas tecnológicas aos quais não tinham costume ou conhecimento sobre seu uso e trabalhar com um grupo de alunos desconhecidos e voluntários foram algumas dessas dificuldades. Passados parcialmente esse momento, vamos retornando nossas vidas ao normal e gostaria de ressaltar toda a evolução que passamos e o quanto ela contribuiu para podermos nos organizar melhor, como seres humanos e profissionais de ensino, nos exigindo mais dedicação, aplicação e esperança de dias melhores.

Na síntese do nosso trabalho, podemos observar vários fatores que se assemelham aos projetos de pesquisa utilizados na construção de nossa revisão bibliográfica. A pesquisa desenvolvida por Oliveira e Nascimento (2013) é interessante, pois seus objetivos são semelhantes ao trabalho aqui proposto. Buscamos desenvolver a autonomia de aprendizagem no discente e, no trabalho em questão, os autores visam desenvolver uma mudança na atitude do aluno no processo de ensino e aprendizagem. Além disso, ambos trabalhos utilizam a metodologia de ensino por investigação, baseada na construção do conhecimento.

Almejamos justamente como Gottardi (2015), desenvolver a autonomia de aprendizagem sendo desenvolvido sob as circunstâncias do ensino remoto, embora originalmente tenha sido proposto para o ensino presencial.

Na pesquisa de Sefstroem (2018) destacamos a boa recepção de parte dos alunos à metodologia baseada em atividades investigativas. A mudança de postura da equipe, professor - alunos, foi de extrema importância para o envolvimento da turma no processo de ensino e aprendizagem do tema desenvolvido. A participação dos discentes foi efetiva ao longo do processo, fato que não ocorria anteriormente e que o autor atribui a metodologia usada.

Podemos relacionar os pontos comuns entre o trabalho desenvolvido por Rodrigues (2016), com o nosso. Em ambos foram utilizados experimentos, que auxiliam a criar condições para que os discentes formulem suas próprias ideias, a fim de responder à questão problema. O uso desta metodologia contribui na construção do conhecimento, auxilia na visualização dos fenômenos e contribui na elaboração das hipóteses, que são fundamentais na proposição de modelos e teorias.

Semelhante às ideias de Magalhães (2015), nós construímos um roteiro alternativo ao tradicional para desenvolvimento de aulas na modalidade do atual ensino remoto. Esperamos

que o material elaborado possa contribuir no desenvolvimento do tema e auxiliar os discentes a desenvolverem a sua autonomia e que possam ser capazes de reconhecer e analisar a importância do eletromagnetismo ao nosso redor.

Assim como Nascimento (2017), nosso trabalho também desenvolveu uma maneira alternativa de apresentar e consolidar o conhecimento. Utilizamos recursos de multimídia em função do ensino emergencial. Assim procuramos elaborar e contribuir com um material significativo, que pudesse auxiliar no processo de aprendizagem e no desenvolvimento da autonomia do discente.

A utilização de experimentos contribui de maneira significativa no desenvolvimento do saber, visto que, os alunos têm condições de manipular os dados e observar visualmente a execução do fenômeno. Semelhante à Michelotti, Lovato e Loreto (2020), no presente trabalho também usamos experimentos a fim de potencializar positivamente os resultados almejados.

Finalizando e acreditando que para uma melhor eficiência de dados coletados com sucesso, você amigo professor, poderá utilizar da sequência de aulas presentes no caderno do professor e adaptá-las ao seu modo. Uma adaptação ao regime presencial, acredito seria interessante, já que experimentos realizados pelo próprio aluno contribuem para uma aprendizagem efetiva.

## REFERÊNCIAS

- ABADI, A. M.; REHFELDT, M. J. H. Autonomia para aprendizagem: uma relação entre o fracasso e o sucesso dos alunos da Educação a Distância. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 11, n. 2, p. 310-331, maio/ago. 2016.
- ALFA CONNECTION. Força sobre carga móvel em campo magnético. **Alfa Connection**, 2020. Disponível em: <https://www.alfaconnection.pro.br/fisica/eletromagnetismo/forca-magnetica/forca-sobre-carga-movel-em-campo-magnetico/>. Acesso em: 3 jan. 2022.
- ALMEIDA, F. S. de. **Atividades investigativas no ensino de física**: experimentos de Hertz no ensino médio. 2017. Dissertação (Mestre em Ensino de Física) - Instituto Federal do Espírito Santo, Cariacica, 2017.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011. 229 p.
- CAPECCHI, M. C. V. M. Problematização no ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap. 2, p. 21-40.
- CARVALHO A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap. 1, p. 1-20.
- DECI, E. L.; VANSTEENKISTE, M. Self-determination theory and basic need satisfaction: Understanding human development in positive psychology. **Ricerche di Psicologia**, Milano, v. 27, n. 1, p. 17-34, 2004.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. Paulo: Cortez, 1990. 207 p.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de ciências**: fundamentos e métodos. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011. 364 p.
- DI PIERRO, M. C.; JOIA, O.; RIBEIRO, V. M. Visões da educação de jovens e adultos no Brasil. **Cadernos Cedes**, Campinas, v. 21, n. 55, p. 58-77, nov. 2001.
- DIAS, V. S.; MARTINS, R. de A. Michael Faraday: o caminho da livraria à descoberta da indução eletromagnética. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 3, p. 517-530, 2004.
- FERNANDES, F.; LUFT, C. P.; GUIMARÃES, F. M. **Dicionário Brasileiro Globo**. 45. ed. São Paulo: Globo, 1996. 700 p.
- FERREIRA, A. B. de H. **Novo dicionário da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1983. 1838 p.
- FERREIRA, M. Lei de Coulomb. **Revista de Ciência Elementar**, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 1-2, mar. 2015.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17 ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987. 107 p.

GETTY IMAGES. Reconstruction of Oersted's experiment of 1819. **Getty Images**, 2022. Disponível em: <https://www.gettyimages.com.br/detail/foto-jornal%20ADstica/reconstruction-of-oersteds-experiment-of-1819-when-foto-jornal%20ADstica/997585622?adppopup=true>. Acesso em: 3 jan. 2022.

GIL PÉREZ, D.; VILCHES, A. Como empezar. In: GIL PÉREZ, D. *et al.* **Como promover el interés por la cultura científica**: una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. Santiago, Chile: Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe, 2005. cap. 3, p. 67-80.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, mar/abr. 1995.

GOIS, A. M. D. de. **Um estudo da autonomia no contexto da metodologia das oficinas de aprendizagem**. 2016. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Universidade Estadual Paulista “Julio De Mesquita Filho”, Bauru, 2016.

GOMES, S. Aula 03 - Fundamentos de Eletrostática. **Máquinas Elétricas**, 28 jul. 2021. Disponível em: <http://maquinaseletricasi.blogspot.com/2014/01/aula-03-fundamentos-de-eletrostatica.html>. Acesso em: 18 nov. 2021.

GOTTARDI, M. de L. A autonomia na aprendizagem em educação a distância: competência a ser desenvolvida pelo aluno. **Revista Brasileira de Aprendizagem Aberta e a Distância**, São Paulo, v. 14, p. 109-123, 2015.

GUIMARÃES, S. E. R.; BORUCHOVITCH, E. O Estilo Motivacional do Professor e a Motivação Intrínseca dos Estudantes: uma perspectiva da teoria da autodeterminação. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 143-150, 2004.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**: eletromagnetismo. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2009. v. 3, 419 p.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de física**: eletromagnetismo. Rio de Janeiro: LTC, 2000. v. 3, 404 p.

JÚLIO, J. M.; VAZ, A. de M. Grupos de alunos como grupos de trabalho: Um estudo sobre atividades de investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 7, n. 2, p. 1-20, maio/ago. 2007.

LEI de Faraday. **Renováveis Verdes**, 2022. Disponível em: <https://www.renovablesverdes.com/pt/lei-de-faraday/>. Acesso em: 4 jan. 2022.

PALANDI, V. O que é um galvanômetro? **Colégio Web**, 7 jul. 2014. Disponível em: <https://www.colegioweb.com.br/fisica/o-que-e-um-galvanometro.html>. Acesso em: 3 jan. 2022.

LUCENA, C.; FUKS, H. **Professores e aprendizes na web**: a educação na era da internet. Rio de Janeiro: Clube do Futuro, 2000. 156 p.

LYRA, D. G. **Os três momentos pedagógicos no ensino de ciências na educação de jovens e adultos da rede pública de Goiânia, Goiás: o caso da dengue.** Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas) - Universidade Federal do Goiás, Goiânia, 2013.

MAGALHÃES, R. S. **Módulo didático para o ensino de física na EJA a partir do tema gerador: o eletromagnetismo e o problema das ligações clandestinas de energia elétrica.** 2015. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

MAIA, R. **Manual de física.** São Paulo: DCL, 2007. 399 p.

MARTINS, C. M.; STAUFFER, A. de B. (Org.). **Educação e saúde.** Rio de Janeiro: EPSJV/Fiocruz, 2007. 192 p.

MICHELOTTI, A.; LOVATO, F. L.; LORETO, E. L. da S. Uma proposta de ensino do eletromagnetismo por meio de atividades experimentais. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, Passo Fundo, v. 3, n. 1, p. 141-159, jan./jun. 2020.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011. 179 p.

MUENCHEN, C. **A disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria/RS.** 2009. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. A construção de um processo didático-pedagógico dialógico: aspectos epistemológicos. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p. 199- 215, set./dez. 2012.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos na edição de livros para professores. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, Rio Grande do Sul, v. 1, n. 1, p. 84-97, jan./jun. 2018.

MUSSOI, F. L. R. **Fundamentos de eletromagnetismo.** Florianópolis: Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina, 2007. 127 p. 1 apostila.

NASCIMENTO, F. J. B. **Sequência de práticas com recursos multimídia para o ensino de eletromagnetismo no EJA e PROEJA.** 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, 2017.

NASCIMENTO, T. B.; CLEMENT, L.; TERRAZZAN, E. A. Resolução de problemas em aulas de física no ensino médio. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, 5., 2005, Bauru. **Anais [...]**. Bauru: ABRAPEC, 2005.

NEVES, J. L. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Caderno de Pesquisas em Administração**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996.

OLIVEIRA, M. da S. L. de; NASCIMENTO, V. B. do. Ensino de ciências por investigação: uma sequência didática para o ensino de eletromagnetismo. *In: ENCONTRO NACIONAL*

DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Atas [...]**. Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013. p. 1-8.

PAIVA, V. L. M. de O. e. Autonomia e complexidade. **Linguagem & Ensino**, Pelotas, v. 9, n. 1, p. 77-127, jan./jun. 2006. Disponível em: [http://rle.ucpel.tche.br/php/edicoes/v9n1/vera\\_paiva.pdf](http://rle.ucpel.tche.br/php/edicoes/v9n1/vera_paiva.pdf). Acesso em: 4 abr. 2021.

PAIVA, V. L. M. de O. e. Identity, motivation and autonomy in second language acquisition from the perspective of complex adaptive systems. In: MURRAY, G.; GAO, X. A.; LAMB, T. **Identity, motivation and autonomy in language learning**. Bristol: Multilingual Matters, 2011. p. 57-72.

PAIVA, V. P. **Educação popular e educação de adultos**. 5. ed. São Paulo: Loyola, 1987. 368 p.

PASCOAL, A. dos S. **Origem e evolução do eletromagnetismo**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Universidade Federal de Campina Grande, Cuite, 2013.

PINTO, F. S.; PALMA, L. C. R.; ANGÉLICO, P. R. Força magnética entre ímãs finitos. *In*: II SEMINÁRIO ESTADUAL PIBID DO PARANÁ: tecendo saberes, 2., 2014, Foz do Iguaçu. **Anais [...]**. Foz do Iguaçu: Unioeste; Unila, 2014.

POMPEU, S. F. C.; ZIMMERMANN, E. Concepções sobre ciência e ensino de ciências de alunos da EJA. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA, 7., 2009, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: ABRAPEC, 2009. p. 1-12.

POPE, C.; MAYS, N. Reaching the parts other methods cannot reach: an introduction to qualitative methods in health and health service research. **British Medical Journal**, London, v. 331, n. 6996, p. 42-45, July 1995.

PRETI, O. **Educação a distância: construindo significados**. Cuiabá: NEAD/IE-UFMT; Brasília: Plano, 2000. 268 p.

PRODÍGIO EDUCAÇÃO. Magnetismo – INTROD e OERSTED. **ProEnem**, Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://proenem.com.br/enem/fisica/magnetismo-introd-e-oersted/>. Acesso em: 19 jan. 2022.

REIS, H. T. *et al.* Daily well-being: the role of autonomy, competence, and relatedness. **Personality and Social Psychology Bulletin**, Thousand Oaks, v. 26, n. 4, p. 419-435, Apr. 2000.

RIBEIRO, R. M. da C.; CARVALHO, C. M. C. N. de. O desenvolvimento da autonomia no processo de aprendizagem em Educação a Distância (EAD). **Aprendizagem em EAD**, Taquatinga, v. 1, n. 1, p. 1-10, out. 2012.

ROCHA, J. F. **Origens e evolução das ideias da física**. Salvador: EDUFBA, 2002. 374 p.

RODRIGUES, M. A. F. **Eletricidade no ensino fundamental: uma Proposta Investigativa**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

SANDAY, P. R. The ethnographic paradigm(s). **Administrative Science Quarterly**, Ithaca, v. 24, n. 4, p. 527-538, Dec. 1979.

SANT'ANA, L. **Uma alternativa para o ensino da Lei de Coulomb e da Lei de Gauss na educação básica**. 2020. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

SANTOS, E. I. dos; PIASSI, L. P. de C.; FERREIRA, N. C. Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de Física: uma experiência em formação continuada. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA*, 9, 2004, Jaboticatubas. **Anais [...]**. São Paulo: SBF, 2004. p. 1–18.

SANTOS, F. M. dos. Análise de conteúdo: a visão de Laurence Bardin. **Revista Eletrônica de Educação**, São Carlos, v. 6, n. 1, p. 383-387, maio 2012.

SEFSTROEM, G. **Sequência didática com atividades investigativas para o ensino e a aprendizagem de magnetismo no ensino médio**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

SILVA, F. E. **Resgatando a importância do experimento de Hans Christian Oersted**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Física) - Instituto Universidade Federal, Universidade Federal do Ceará, Barbalha, 2014.

SILVA, W. M. e; SANTOS, E. M. dos. Promovendo a autonomia e a motivação: o papel do conselheiro linguageiro. **Horizontes de Linguística Aplicada**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 89-105, 2014. Disponível em: <http://periodicos.unb.br/index.php/horizontesla/article/viewFile/11742/10746>. Acesso em: 4 abr. 2021.

STEPHANI, M. **Educação Financeira: uma perspectiva interdisciplinar na construção da autonomia do aluno**. 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

TYNDALL, J. **Faraday as a discoverer**. New York: Crowell, 1961. 231 p.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998. 224 p.