

**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



## **ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DA LEI DE FARADAY**

**DYEGO SOARES DE LIMA**

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

**Orientador:** Professor Dr. Antonio Maia de Jesus Chaves Neto

Belém – Pará

Fevereiro – 2020



**ATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO Mestrado NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.**

ATA DA 45ª SESSÃO DE APRESENTAÇÃO E DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE Mestrado INTITULADA: “ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DA LEI DE FARADAY ” PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENSINO FÍSICA, COMO DISPÕE O ARTIGO 33º DO REGIMENTO DO MNPEF, REALIZADA ÀS 10 HORAS DO DIA 28 DE FEVEREIRO DE 2020, NO AUDITÓRIO DO LABORATÓRIO DE FÍSICA-ENSINO. A DISSERTAÇÃO FOI APRESENTADA DURANTE 40 MINUTOS PELO CANDIDATO **DYEGO SOARES DE LIMA**, MATRÍCULA Nº **201868870018**, DIANTE DA BANCA EXAMINADORA APROVADA PELA SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA, ASSIM CONSTITUÍDA: MEMBROS: **PROF. DR. ANTONIO MAIA DE JESUS CHAVES NETO (ORIENTADOR)**, **PROF. DR. JOÃO FURTADO DE SOUZA (MEMBRO INTERNO)** E **PROF. DR. TARCISO SILVA DE ANDRADE FILHO (MEMBRO EXTERNO)**. EM SEGUIDA, O CANDIDATO FOI SUBMETIDO À ARGUIÇÃO, TENDO DEMONSTRADO PLENO CONHECIMENTO NO TEMA OBJETO DA DISSERTAÇÃO, HAVENDO À BANCA EXAMINADORA DECIDIDO PELA **APROVAÇÃO** DA MESMA, E QUE SE PROCEDA NO PRAZO MÁXIMO DE 30 DIAS A VERSÃO FINAL COM AS RECOMENDAÇÕES SUGERIDAS. PARA CONSTAR, FORAM LAVRADOS OS TERMOS DA PRESENTE ATA, QUE LIDA E APROVADA RECEBE A ASSINATURA DOS INTEGRANTES DA BANCA EXAMINADORA E DO CANDIDATO.

**CANDIDATO:**

*Dyego Soares de Lima*

**BANCA EXAMINADORA:**

*Antonio Maia de Jesus Chaves Neto*  
Prof. Dr. Antonio Maia de Jesus Chaves Neto  
(Orientadora - MNPEF – UFPA)

*João Furtado de Souza*  
Prof. Dr. João Furtado de Souza  
(Membro Interno - MNPEF – UFPA)

*Tarciso Silva de Andrade Filho*  
Prof. Dr. Tarciso Silva de Andrade Filho  
(Membro Externo – MNPEF - UNIFESSPA)

**ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DA LEI DE FARADAY.**

**DYEGO SOARES DE LIMA**


Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará (UFPA) em Ensino de Física no Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

**ORIENTADOR:**

  
Prof. Dr. **ANTÔNIO MAIA DE JESUS CHAVES NETO**  
(MNPEF – UFPA)

**MEMBRO INTERNO**

  
Prof. Dr. **JOÃO FURTADO DE SOUZA**  
(MNPEF - UFPA)

**MEMBRO EXTERNO**

  
Prof. Dr. **TARCISO SILVA DE ANDRADE FILHO**  
(MNPEF - UNIFESSPA)




PARECER DA BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO MESTRADO NACIONAL  
PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA.

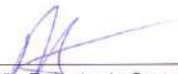
TEMA: “ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DA  
LEI DE FARADAY”.

A Banca Examinadora composta pelos Professores: **Dr. Antonio Maia de Jesus Chaves Neto** (Orientador), **Dr. João Furtado de Souza** (Membro Interno), e **Dr. Tarciso Silva de Andrade Filho** (Membro Externo), consideram o candidato **DYEGO SOARES DE LIMA**.

**APROVADO**

Secretaria do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) da Universidade Federal do Pará, em 28 de fevereiro de 2020.

  
Prof. Dr. Antonio Maia de Jesus Chaves Neto  
(Orientadora - MNPEF – UFPA)

  
Prof. Dr. João Furtado de Souza  
(Membro Interno - MNPEF – UFPA)

  
Prof. Dr. Tarciso Silva de Andrade Filho  
(Membro Externo – MNPEF - UNIFESSPA)

**FICHA CATALOGRÁFICA-BC/UFGA**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará**

**Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos  
pelo(a) autor(a)**

---

L732e Lima, Dyego Soares de  
ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO: Uma  
proposta para o ensino da lei de Faraday / Dyego Soares de  
Lima. — 2020.  
81 f. : il. color.  
Orientador(a): Prof. Dr. Antonio Maia de Jesus Chaves  
Neto  
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em  
Física, Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade  
Federal do Pará, Belém, 2020.  
1. Ensino de Física por Investigação. 2. Sequência de  
Ensino Investigativo. 3. Lei de Faraday. I. Título.

CDD 530.07

---

Dedico a toda minha família, pelo apoio recebido durante toda minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a minha Mãe que me educou e sempre me incentivou nessa jornada.

Ao meu Pai, “In Memoriam”.

Ao meu filho e minha esposa que foram meu combustível durante essa missão.

Ao Prof. Dr. Antonio Maia de Jesus Chaves Neto pela dedicação a minha orientação.

Ao meu irmão, pelo grande incentivador e exemplo.

A Escola Estadual São Francisco de Assis, no município de Tailândia.

Aos colegas de curso pela cumplicidade e companheirismo demonstrados.

Ao corpo docente pelo empenho e pelo compromisso com a qualidade do ensino.

A SBF pela iniciativa de coordenar um estudo de Pós-Graduação desse porte.

A CAPES: O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

A UFPA por abraçar essa causa e dar todo suporte estrutural para execução de projetos dessa natureza.

A banca pelas avaliação e sugestões.

A todos que se interessarem por esta proposta de ensino por investigação, muito obrigado.

**SIGLAS**

FEM – Força eletromotriz

MNPEF – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

PCN – Parâmetros curriculares Nacionais

SEI – sequência de ensino investigativa



**LISTA DE EQUAÇÕES**

Equação 1: Equação que sintetiza a Lei Faraday-Neumann -Lenz .....	26
--	----

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Aspectos do laboratório tradicional e aberto .....	35
Tabela 2: Níveis de investigação no laboratório aberto. ....	36

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Posições encontradas e registradas por Faraday .....	22
Figura 2: experimento desenvolvido por Faraday que comprova a rotação dos polos em torno de um fio condutor. ....	23
Figura 3: Anel de ferro original construído por Faraday .....	24
Figura 4: Padrão proposto por Lawson.....	27
Figura 5: Elementos utilizados durante a SEI .....	40
Figura 6: Resposta dada pelo grupo 01 em relação a pergunta 01. ....	44
Figura 7: Resposta dada pelo grupo 02 em relação a pergunta 01. ....	45
Figura 8: Resposta dada pelo grupo 03 em relação a pergunta 01. ....	45
Figura 9: Respostas dadas pelo grupo 01 na etapa 03. ....	47
Figura 10: Respostas dadas pelo grupo 02 na etapa 03. ....	47
Figura 11: Respostas dadas pelo grupo 03 na etapa 03. ....	48
Figura 12: Respostas dadas pelo grupo 04 na etapa 03. ....	48
Figura 13: Respostas dadas pelo grupo 05 na etapa 03. ....	49
Figura 14: Respostas dadas pelo grupo 06 na etapa 03. ....	49
Figura 15: Justificativa do aluno 01, em relação ao que ele mais gostou na aula.....	58
Figura 16: Justificativa do aluno 02, em relação ao que ele mais gostou na aula.....	59
Figura 17: Justificativa da aluna 03, em relação ao que ela mais gostou na aula.....	59
Figura 18: Justificativa do aluno 04, em relação ao que ele mais gostou na aula.....	59
Figura 19: Justificativa do aluno 05, em relação ao que ele mais gostou na aula.....	60

**LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1: Percentual de acerto por questão .....	52
Gráfico 2: Percentual de acerto por quantidade de questões .....	52
Gráfico 3: pergunta 01 do questionário de satisfação .....	53
Gráfico 4: Pergunta 02 do questionário de satisfação .....	54
Gráfico 5: pergunta 03 do questionário de satisfação .....	54
Gráfico 6: Pergunta 04 do questionário de satisfação .....	55
Gráfico 7: Pergunta 05 do questionário de satisfação .....	55
Gráfico 8: Pergunta 06 do questionário de satisfação .....	56
Gráfico 9: Pergunta 07 do questionário de satisfação .....	56
Gráfico 10: Pergunta 08 do questionário de satisfação .....	57

## RESUMO

### ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DA LEI DE FARADAY

Dyego Soares de Lima

Orientador:

Prof. Dr. Antonio Maia de Jesus Chaves Neto

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

O trabalho aqui apresentado é o resultado de uma pesquisa relacionada ao Ensino de Física por Investigação, resultando em um Produto Educacional, em forma de uma sequência de ensino investigativa, SEI, voltada para o ensino da Lei de Faraday. O objetivo geral é o objetivo, planejamento, execução, avaliação e análise do ensino por investigação em relação a lei de Faraday. Já os objetivos específicos são: aplicar o produto educacional, colocar os alunos em contato com atividades investigativas, mostrar que as atividades demonstradas nesse produto educacional podem ser reaproveitadas e/ou replanejadas por outros professores. Para a obtenção dos referidos objetivos foi realizado um estudo sobre a construção do conhecimento sob a perspectiva de Piaget e Vygotsky amparado ainda pelo que rege os Parâmetros Curriculares Nacionais. Ao fim da aplicação deste produto educacional, foi feita a análise de resultados através de avaliações aplicadas durante e após o fim da SEI, esta avaliação foi feita em três momentos: durante a aplicação de cada etapa, com perguntas envolvendo o conhecimento cotidiano e o científico, ao fim da SEI com um teste envolvendo questões conceituais, relacionadas as lei de Faraday, além de um questionário que jugou a satisfação dos alunos com referido método de ensino. Concluímos que o ensino de física por investigação é um bom método de ensino e que contribui para melhorar o ensino de física, além de aumentar o engajamento dos alunos e promover a construção do conhecimento.

Palavras-chave: Ensino de Física por Investigação, Sequência de Ensino Investigativo, Lei de Faraday.

## **ABSTRACT**

### **PHYSICS TEACHING OF INVESTIGATION: A PROPOSAL FOR TEACHING FARADAY'S LAW**

DYEGO SOARES DE LIMA

Supervisor:

Prof. Dr. Antonio Maia de Jesus Chaves Neto

The work presented here is the result of research related to the Teaching of Physics by Investigation, resulting in an Educational Product, in the form of an investigative teaching sequence, SEI, focused on the teaching of Faraday's Law. The general objective is the objective, planning, execution, evaluation and analysis of teaching by investigation in relation to Faraday's law. The specific objectives are: to apply the educational product, to put students in contact with investigative activities, to show that the activities demonstrated in this educational product can be reused and / or re-planned by other teachers. To achieve these objectives, a study was carried out on the construction of knowledge from the perspective of Piaget and Vygotsky, further supported by the rules of the National Curriculum Parameters. At the end of the application of this educational product, the results were analyzed through evaluations applied during and after the end of the SEI, this evaluation was made in three moments: during the application of each stage, with questions involving everyday and scientific knowledge, at the end of SEI with a test involving conceptual issues, related to Faraday's law, in addition to a questionnaire that judged the satisfaction of students with that teaching method. We conclude that teaching physics by research is a good teaching method and that it contributes to improving the teaching of physics, in addition to increasing student engagement and promoting the construction of knowledge.

Keywords: Research Physics Teaching, Investigative Teaching Sequence, Faraday's Law.

## SUMÁRIO

1. Introdução .....	17
2. Contexto histórico e o desenvolvimento da lei de Faraday .....	19
2.1 Uma breve biografia e contexto histórico .....	19
2.2 Desenvolvimento da lei de Faraday .....	20
2.2.1 Primeiras pesquisas de Faraday .....	21
2.2.2. Primeiras contribuições de Faraday para o eletromagnetismo .....	22
2.2.3. Dos experimentos de rotação a descoberta da Indução.....	24
3. O ensino por investigação .....	26
4. Piaget e Vygotsky e suas perspectivas sobre a construção do conhecimento	28
5. Organização de uma sequência de ensino investigativa – SEI .....	32
5.1 – Demonstração investigativa.....	33
5.2 – Texto .....	33
5.3 – Laboratório aberto .....	34
5.4 – Sistematização do conhecimento .....	36
5.5 – Avaliação.....	37
6. Metodologia.....	38
6.1 Etapa 01 – Demonstração investigativa.....	39
6.2 Etapa 02 – Leitura de texto.....	41
6.3 Etapa 03 – Laboratório aberto .....	42
6.4 Etapa 04 – Sistematização do conhecimento .....	42
6.5 Etapa 05 – Avaliação.....	43
7. Análise dos resultados.....	43
7.1 Analisando a etapa demonstração investigativa .....	44
7.2 Analisando a etapa leitura de textos.....	46
7.3 Analisando a etapa laboratório aberto .....	46
7.4 Analisando a Avaliação da SEI.....	51
8. Considerações finais .....	60
Referências Bibliográficas .....	62
Apêndice A – Produto educacional: Sequência de ensino investigativa – SEI sobre a lei de Faraday .....	65
Apêndice B – Textos sobre eletromagnetismo.....	74
Apêndice C – Teste proposto aos alunos com questões conceituais.....	77

Apêndice D – Questionário de satisfação sobre as atividades investigativas..... 80



# 1. Introdução

É comum ouvir de alunos principalmente do ensino médio, a falta de interesse em estudar as disciplinas das áreas de ciências, em especial a Física, o que torna cada vez mais desafiador a função da docência na referida área, porém ao mesmo tempo deve ser um ponto que deve despertar a atenção de professores da área para novas formas de abordagem dos conteúdos ministrados, buscando novas estratégias, afim de resgatar o interesse dos alunos não somente por física e tecnologia, como também para ciências de forma geral. Para que esses objetivos se transformem em linhas orientadoras para a organização do ensino de Física no Ensino Médio, é indispensável traduzi-los em termos de competências e habilidades, superando a prática tradicional (BRASIL, 1999, p.22).

Porém essa dificuldade que muitos alunos destacam em relação a Física, muitas vezes está relacionada a uma interpretação de equações matemáticas e fenômenos físicos que são colocados de forma abstrata e descontextualizada, fazendo com que os alunos não consigam perceber a relevância de tais conteúdos em seu cotidiano. No entanto, a Física permite envolver os alunos em investigações que ultrapassem os limites de uma sala de aula, de modo a proporcionar motivação e engajamento que acabam a auxiliar no desenvolvimento e na capacidade de resolver e compreender problemas físicos (BENDER 2014; PASQUALETTO; VEIT; ARAUJO, 2017).

Nesse contexto e de acordo com os PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais), é possível destacar que a Física tem como um dos objetivos auxiliar os alunos na interpretação de fatos e fenômenos da natureza, assim como a compreensão da tecnologia que os cerca, para que os mesmos tenham uma visão dinâmica do mundo a sua volta.

É importante destacar também que para que o processo de ensino aprendizagem ocorra de modo satisfatório é necessário levar em conta outros fatores também, como por exemplo, a infraestrutura da escola, a qualificação de professores, a elaboração/planejamento de aulas, o contexto social no qual o aluno está inserido, dentre outros fatores. Esse deve ser o ponto de partida e, de certa forma, também o ponto de chegada, ou seja, feitas as investigações, abstrações e generalizações

potencializadas pelo saber da Física, em sua dimensão conceitual, o conhecimento volta-se novamente para os fenômenos significativos ou objetos tecnológicos de interesse, agora com um novo olhar, como o exercício de utilização do novo saber adquirido, em sua dimensão aplicada ou tecnológica (BRASIL, 1999, p.23).

Contudo se faz necessário mudanças no Ensino de Física, mudanças essas no sentido conceitual, afim de permitir aos alunos uma evolução nos princípios das teorias científicas.

Nesse sentido, a proposta de ensino nessa pesquisa é uma mudança de postura do aluno, onde o mesmo passa a ser o agente ativo no processo de ensino-aprendizagem, enquanto que o professor passa a ser o agente facilitador, ou seja, o orientador no Ensino de Física por investigação, rompendo com o ensino tradicional onde o aluno é o agente passivo no processo, recebendo todas as informações prontas do professor (CARVALHO, 2014).

Assim, o objetivo geral é a proposta de aplicar o Ensino de Física por investigação, desde o seu planejamento, a execução e a avaliação das aulas, criando uma sequência de ensino por investigação (SEI), abordando a lei de Faraday (HEWITT, 2002)., para uma compreensão abrangente sobre a indução eletromagnética, como por exemplo, em um gerador ou transformador de energia elétrica.

Partindo da metodologia do ensino por investigação, temos como objetivos específicos: apresentar a metodologia do Ensino de Física por investigação; aplicar o produto educacional em uma escola pública estadual do Estado do Pará, no município de Tailândia – PA; Colocar os alunos em contato com atividades investigativas com o objetivo de desenvolver o comportamento científico; Mostrar que as atividades demonstradas nesse produto educacional podem ser reaproveitadas e/ou replanejadas por outros professores a partir das experiências relatadas nessa pesquisa; Descrever e analisar os resultados dessa pesquisa obtidos durante a aplicação desse produto.

Na intenção de alcançar os objetivos destacados acima para essa pesquisa, é apresentado um breve histórico do desenvolvimento da Lei de Faraday (que possibilitou o desenvolvimento do gerador de energia elétrica através da indução

eletromagnética impulsionando a revolução das máquinas na indústria e trazendo a energia elétrica e conforto as pessoas pelo mundo), além dos conceitos relacionados ao ensino por investigação.

## **2. Contexto histórico e o desenvolvimento da lei de Faraday**

Sem dúvida a lei de Faraday foi muito importante para o desenvolvimento de tecnologias desde o século XIX até mesmo em nosso cotidiano, por isso vale ressaltar um pouco da história e a biografia desse importante cientista.

### **2.1 Uma breve biografia e contexto histórico**

Michael Faraday nasceu em 22 de setembro de 1791, ele foi o terceiro filho de James Faraday e Margaret Hastwell, seu pai trabalhava como ferreiro. Sua família passou a morar em Londres quando Faraday tinha 5 anos, período em que a Inglaterra sofria com os efeitos da revolução francesa, por consequência sua família não dispunha de muitas condições financeiras o que impactou diretamente na formação básica de Faraday, fazendo com que o mesmo aprendesse basicamente a ler, escrever e um pouco de matemática. Esses fatos trouxeram para o futuro cientista muitas dificuldades.

Em 1804, com 13 anos, Faraday começou a trabalhar para G. Riebau, como ajudante em sua livraria. Sua função era transportar o material e ajudar nas encadernações. Nesse contato com os livros ele teve a oportunidade de melhorar sua formação, lendo com grande interesse todos os livros que podia (DIAS e MARTINS, 2004).

Em 1812, com a ajuda de um cliente da livraria, Faraday assistiu uma série de 4 conferências do químico Humphry Davy, na *Royal Institution*, fazendo anotações detalhadas o jovem Faraday envia uma cópia para Davy mostrando seu interesse e pedindo um emprego em seu laboratório em qualquer que fosse a função. Em março do ano seguinte com a demissão do assistente de Davy, Faraday consegue o emprego aos 22 anos, tornando-se o auxiliar de laboratório na *Royal Institution* de Londres (KELLER, GETTYS e SKOVE, 1999).

Ainda em 1813 Faraday acompanhou Davy em uma viagem pela Itália, França e Suíça, onde o mesmo pode observar e ter contato em diferentes áreas das ciências, aprendendo assim a ver e pensar problemas científicos. Durante alguns anos ele apenas auxiliou Davy em seus estudos de Química, adquirindo habilidades experimentais, relevantes para seu futuro, até o ano de 1820 Faraday não havia se dedicado a problemas físicos, até que nesse ano foi divulgado por Hans Cristian Oersted a descoberta do eletromagnetismo, fazendo com que vários cientistas voltassem seus estudos para tal tema, para Davy não foi diferente, fazendo com que Faraday também conhecesse e se interessasse pelo fenômeno, então aos 29 anos Faraday passa a desenvolver trabalhos de pesquisa independentes, intercalados com estudos sobre química (DIAS e MARTINS, 2004).

Já no ano seguinte em 1821, Faraday passa a fazer suas primeiras conferências e publicar seus primeiros trabalhos de forma independente, e ainda no mesmo ano ele foi indicado por Davy para sucedê-lo na superintendência do laboratório, a partir de então o trabalho de Faraday passa a ser independente. E em 1824 ele entra para a *Royal Society*, por seus trabalhos desenvolvidos na área de química, no ano seguinte ele se torna diretor do laboratório, e passa a fazer conferências semanais que vão até o ano de 1830, e em 1831, com a descoberta da indução eletromagnética (trabalho que o tornou mais conhecido até o presente momento), ele inicia um período no qual ele se envolve mais com pesquisas em física, mas sem nunca deixar de lado a química. Desde então, ele foi chamado para várias consultorias em diversos trabalhos, e sem nunca ter cursado um curso universitário recebeu vários prêmios, títulos honorários e homenagens de toda parte do mundo, em 1858 Faraday se aposenta após 38 anos de Trabalho na *Royal Institution* e morreu em 25 de agosto de 1867 em Londres (DIAS e MARTINS, 2004).

## **2.2 Desenvolvimento da lei de Faraday**

Como citado acima, o primeiro contato de Faraday com o eletromagnetismo foi através do trabalho publicado em 1820 por Oersted, porém a publicação da indução magnética só ocorre em 1831, logo é possível observar que há um grande intervalo e é preciso conhecer o que ocorreu nesse período de descobertas para Faraday, até a obtenção de sua lei.

### 2.2.1 Primeiras pesquisas de Faraday

Assim que teve conhecimento do artigo publicado por Oersted, Faraday e Davy passaram a estudar e pesquisar o assunto. E em setembro de 1820, ainda no mesmo ano em que Oersted publicou seu trabalho, Faraday descreveu uma série de experimentos realizados em apenas sete dias sobre rotações magnéticas, mas suas anotações mostram evidências de que outros experimentos foram realizados anteriormente (DIAS e MARTINS, 2004).

Em uma série de correspondências entre Faraday e Richard Phillips, é possível notar que Phillips encomendou uma pesquisa a Faraday, pois em uma dessas cartas, em 11 de agosto de 1821 Phillips indaga Faraday sobre suas pesquisas em eletromagnetismo, e sobre um artigo que teria sido encomendado a Faraday por ele. Já em uma outra carta em setembro do mesmo ano, Phillips acusa o recebimento do artigo mencionado na carta anterior, na qual ele assegura que a publicação será feita de forma anônima, de acordo com o pedido de Faraday:

Eu li hoje o artigo sobre eletromagnetismo, e nem necessito dizer que este tem minha inteira aprovação, sendo exatamente o que eu queria. [...] Eu tomarei todos os cuidados para manter seu nome privado, mas não tenho a mínima objeção de tornar este conhecido quando você desejar – tout au contraire – quanto mais cedo, melhor (Phillips, in James, 1991, p. 220).

Os trechos das cartas deixam claro que Faraday foi convidado a escrever um artigo de revisão sobre eletromagnetismo, para a revista *Annals of Philosophy*, o que não fica claro nas cartas é sobre quais circunstâncias foi esse pedido, nem é esclarecido o motivo pelo qual o artigo foi escrito de forma anônima.

Faraday se dedicou a ler um grande número dos trabalhos que haviam sido publicados até então e redigiu um artigo que foi publicado em três partes, sob o título de “Historical sketch of electro-magnetism” (FARADAY, 1821a, 1822b).

Na primeira parte do seu artigo ele faz um resumo sobre o trabalho de Oersted, na segunda parte ele faz referências aos pesquisadores que vieram depois de Oersted, nesse artigo ele analisa principalmente o trabalho de cientistas Franceses, indicando que Arago, que foi o primeiro físico na França a tomar conhecimento do trabalho de Oersted e que foi ele quem comunicou a descoberta a academia de ciências de Paris, permitindo assim, que Ampère tomasse conhecimento do referido trabalho, fazendo com que Ampère se tornasse um dos pesquisadores

mais ativos em tal área, criando variações e aplicando os resultados de Oersted. Ampère em seu trabalho propôs a redução dos fenômenos magnéticos a simples interações elétricas, e fez a descoberta entre duas correntes elétricas. Faraday comentou os resultados por Ampère:

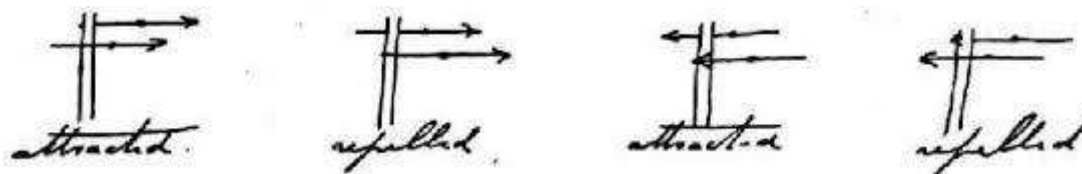
Duas correntes elétricas se atraem quando se movem paralelas entre si e na mesma direção, e se repelem quando elas se movem paralelas entre si em direções contrárias. (FARADAY, 1821a, p. 276).

Nesses dois primeiros artigos Faraday, não apresentou nenhuma contribuição original, mas continuou com suas leituras de artigos e repetindo os experimentos, fazendo novas investigações na *Royal Institution* que conduziram a novas descobertas.

### 2.2.2. Primeiras contribuições de Faraday para o eletromagnetismo

Porém, na sequência Faraday fez algumas experiências conduzido por uma ideia que hoje sabemos estar errada, ele colocou um fio condutor na vertical aproximando uma agulha, afim de verificar as posições de atração e repulsão, em sua ideia o fio deveria atrair ou repelir os polos da agulha magnética.

Figura 1: Posições encontradas e registradas por Faraday.



Fonte: Dias e Martins (2004).

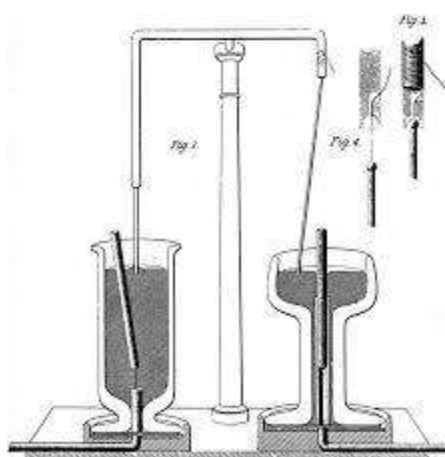
No artigo Faraday descreveu suas observações experimentais, que não estavam de acordo com os resultados encontrados por Oersted:

Aproximando o fio, perpendicularmente, na direção de um polo de uma agulha, este se desviará para um lado, segundo a atração ou repulsão dada na extremidade do polo; mas, se o fio é continuamente aproximado do centro do movimento [o meio da agulha magnética], por um lado ou pelo outro da agulha, a tendência da agulha de mover-se na direção anterior diminui até anular-se, de forma que a agulha torna-se indiferente ao fio. Finalmente, o movimento se inverte e a agulha é fortemente forçada a passar pelo caminho oposto (FARADAY, 1821b, p. 74).

Porém com a repetição e a observação experimental, Faraday acabou se convencendo que ao invés de sofrer atração ou repulsão o polo magnético da agulha

tendia a girar em torno do fio condutor, interpretação que estava de acordo com o trabalho de Oersted. O que levou Faraday a desenvolver vários experimentos para verificar tais conclusões, dessa forma ele conseguiu desenvolver um experimento que conseguia colocar em rotação um fio condutor em torno de um ímã e posteriormente conseguiu colocar um polo magnético girando em torno de um fio condutor (conforme a figura 2), e quando a corrente elétrica muda de sentido, muda também o sentido de rotação do fio e do ímã (DIAS e MARTINS, 2004).

Figura 2: Experimento desenvolvido por Faraday que comprova a rotação dos polos em torno de um fio condutor.



FONTE: Dias e Martins (2004).

As rotações descritas por Faraday foram de grande relevância para essa nova área do conhecimento que começava a se desenvolver e também para o artigo de Faraday, que foi rapidamente traduzido para o Francês e ganhou comentários de Ampère, esse experimento fez surgir entre Faraday e Ampère uma grande troca de correspondências, e em uma carta datada de 23 de Janeiro de 1822, Ampère diz na carta que conseguiu reproduzir as rotações e destaca que tais experimentos poderiam ser utilizados como prova de que existem correntes elétricas no interior dos ímãs. Em resposta Faraday escreveu no dia 2 de fevereiro do mesmo ano:

A rotação do ímã me parece ocorrer em consequência das diferentes partículas, das quais este é composto, serem colocadas, pela passagem da corrente, no mesmo estado que o fio de comunicação entre os polos voltaicos assume em relação à posição do polo magnético (FARADAY in JAMES, 1991, p. 251).

Após essa série de experimentos e ter ficado certo tempo desfocado do seu trabalho de revisão bibliográfica para os *Annals of Philosophy* (DIAS e MARTINS,

2004), Faraday finaliza seu terceiro artigo, ainda publicado no anonimato. Nesse artigo ele faz um relato das teorias existentes sobre o eletromagnetismo, destacando vários autores, porém apontando que as ideias de Ampère seriam as mais completas e precisas embora necessitariam de mais profundidade e desenvolvimento.

### 2.2.3. Dos experimentos de rotação a descoberta da Indução

Uma nova fase de experimentos relacionados ao eletromagnetismo foi retomada somente em 1831, quando finalmente Faraday encontrou o que tanto procurava desde de 1825: a indução eletromagnética (HEWITT, 2002).

Em suas anotações deixadas em seu diário, Faraday não mostra o motivo de pelo qual ele inicia novos experimentos, nem o motivo pelo qual ele muda rapidamente de linha de pesquisa, pois desde o início de 1831 até julho do mesmo ano, ele se dedicava ao estudo de figuras acústicas em sólidos e líquidos, em maio há registros de que ele fez estudos referentes ao efeito termoelétrico, e nos dias 18 e 19 de agosto do mesmo ano ele estava trabalhando na elaboração de experimentos sobre impressão de figuras em chapas de cobre. Ainda sem nenhuma explicação prévia, nas anotações referentes ao dia 19 de agosto de 1831, ele começa a descrever um anel de ferro doce, para a construção do experimento.

*Figura 3: Anel de ferro original construído por Faraday.*



Fonte: Dias e Martins (2004).

Foi feito um anel de ferro [ferro doce] circular, com 7/8 de polegada de espessura e 6 polegadas de diâmetro externo. Várias espiras de fio de cobre foram enroladas ao redor de uma metade do anel, as espiras sendo



separadas por barbante e algodão – existiam três extensões de fio, cada um com aproximadamente 24 pés de comprimento e eles poderiam ser ligados como uma só extensão ou usados como pedaços separados, cada um isolado do outro. Chamarei este lado do anel de A. No outro lado, mas separado por um intervalo, foram enrolados fios em dois pedaços juntos, contabilizando aproximadamente 60 pés em comprimento, a direção sendo como das primeiras espiras; este lado chamarei B (FARADAY in MARTIN, 1932-1936, p. 367).

Dessa vez, guiado pela ideia correta, de que se passasse corrente elétrica por um dos enrolamentos no anel, essa corrente poderia induzir uma outra corrente no outro enrolamento, assim Faraday seguiu seu experimento e para detectar essa possível corrente elétrica em um dos enrolamentos ele conectou um galvanômetro (aparelho utilizado para medir e identificar a presença da corrente elétrica através do movimento de uma agulha). Dessa forma, uma das espiras do lado A foi conectada a uma bateria de 10 pares de placas, de 4 polegadas quadradas e, com a passagem da corrente pelo lado A, vinda da bateria, uma corrente foi detectada no lado B do anel (DIAS e MARTINS, 2004).

Imediatamente um efeito sensível apareceu na agulha. Esta oscilou e estabeleceu-se por fim na posição inicial. Quebrando a conexão do lado A com a bateria, novamente houve uma perturbação na agulha (FARADAY in MARTIN, 1932-1936, p. 367).

Com esse experimento Faraday havia descoberto a indução, depois de anos de tentativa, porém o que ele encontrou foi o efeito de uma corrente elétrica sobre outra e não de um ímã gerando corrente elétrica, do ponto de vista didático encontrado principalmente nos livros, o assunto é mostrado de outra forma, usando ímãs.

Faraday explicou a indução eletromagnética usando um conceito que chamou de linhas de força. No entanto, grande parte dos cientistas da época rejeitavam suas ideias teóricas, principalmente porque não havia uma formulação matemática para elas. A falta da formulação matemática é fruto da falta de estudos formais em faculdades que Faraday não tinha (DIAS e MARTINS, 2004).

A primeira formulação matemática da lei de Faraday foi feita por Franz Ernst Neumann em 1845. Nela, a força eletromotriz produzida em um circuito, pela indução, era expressa pelo negativo da derivada do fluxo magnético com o tempo através da área delimitada por esse circuito. O sinal negativo diz respeito ao sentido da força eletromotriz (FEM) – e, por conseguinte, da corrente elétrica – e pode ser expressa

formalmente por meio da chamada Lei de Lenz, desenvolvida por Heinrich Lenz em 1834 (DIAS e MARTINS, 2004), que integra os aspectos da lei de Faraday.

Equação 1: Equação que sintetiza a lei Faraday-Neumann -Lenz.

$$\varepsilon = - \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Fonte: HEWITT, 2002.

Por esse motivo, a lei de Faraday também é chamada de lei de Faraday-Neumann-Lenz.

### 3. O ensino por investigação

O ensino por investigação (CARVALHO, 2016) se trata de uma abordagem que promove a problematização, o questionamento, o planejamento, a escolha de evidências, a comunicação. Dessa forma, o aluno se torna o ator principal na construção do conhecimento, sendo que esse conhecimento se desenvolve a partir das interações entre os sujeitos no ambiente de ensino e aprendizagem.

Nesse sentido, alguns autores defendem *a importância de um problema para o início da construção do conhecimento*, como destaca Piaget (1976). Já Bachelard (2013, p. 18) também ressalta que: “Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído”. E Sasseron e Carvalho (2011) destacam a necessidade de atividades em sala de aula que promovam a argumentação entre professor e alunos, de modo a criar momentos de investigação, onde a partir dessas argumentações, questionamentos e discussões os alunos sejam levados a criar hipóteses, assim como argumentos para defendê-las, propondo afirmativas, buscando evidências, com o fim de explicar o que está sendo investigado.

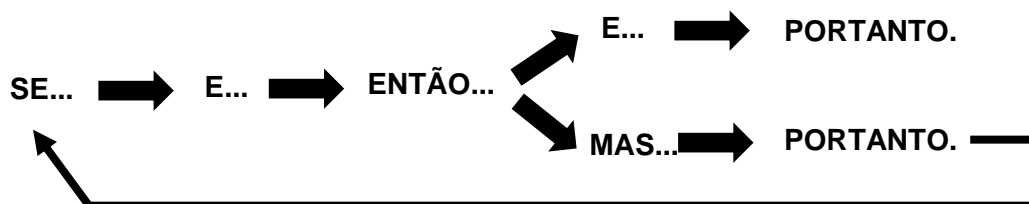
Contudo, não é tão simples para os alunos a princípio criarem essas hipóteses, organizar seus argumentos e por fim chegar a uma conclusão explicativa sobre um problema investigado, para que ocorra tal sistematização é necessário que os alunos dominem o pensamento científico e saibam falar ciências, como Carvalho e Sasseron (2015) destacam, as autoras defendem que os alunos precisam aprender a

falar ciências, para isso destacam a estrutura do raciocínio hipotético-dedutivo é mostrada na seguinte forma:

A estrutura tem seu início com o termo “Se...”, diretamente ligado às hipóteses (uma proposição); o termo “E...” diz respeito ao acréscimo de condições de base (um teste); o termo “Então...” é relativo aos resultados esperados (às consequências esperadas); o termo “E...” ou “Mas...” aos resultados e consequências reais e verdadeiras. O termo “E...” deve ser utilizado caso os resultados obtidos combinem com os esperados e o termo, “Mas...”, caso haja um desequilíbrio nos resultados; desta forma, o ciclo reinicia-se com outras hipóteses e, finalmente, o termo “Portanto...” introduz a conclusão a que se chega (LAWSON, 2004, p. 24)

A estrutura descrita pelo autor pode ser colocada em forma de um diagrama para melhor ilustrar.

Figura 4: Padrão proposto por Lawson.



Fonte: Lawson (2004).

Mas ainda fica uma pergunta, como ensinar essa estrutura para os alunos?

Para Carvalho e Sasseron (2015), quando centramos nosso ensino em problemas investigativos sobre os fenômenos (para que haja argumentação dos alunos), Lawson nos mostra que estamos também dando oportunidade para que os alunos se desenvolvam no raciocínio hipotético-dedutivo. Assim, ao construírem os conceitos, eles também aprendem a raciocinar cientificamente.

É importante destacar também que o professor tem papel importante nesse processo, não somente de mediador, mas também na elaboração e execução de suas aulas, pois na maioria das vezes o aluno ainda precisa ser introduzido nesse novo modo de ensino, em uma cultura científica, e para que esse processo ocorra de forma eficaz é necessário uma proposta investigativa dentro do contexto social dos mesmos, além de os trabalhos serem desenvolvidos em grupo, para que haja a possibilidade de socialização dos conhecimentos adquiridos. As atividades precisam contemplar problemas que possibilitem a argumentação entre os alunos, para assim desenvolver o raciocínio hipotético-dedutivo, permitindo os aprendizes a raciocinar cientificamente.

Quando o professor, aplica essa nova metodologia de ensino, logicamente o mesmo precisa repensar seu modo de avaliação (que na maioria das vezes se concentra em uma avaliação objetiva, cumulativa de pontos), porém diante desse novo método, sua avaliação precisa mudar também, deve-se dar mais ênfase a uma avaliação de forma contínua, percebendo a evolução dos alunos durante o processo de ensino e aprendizagem.

#### **4. Piaget e Vygotsky e suas perspectivas sobre a construção do conhecimento**

Ao falar sobre construção do conhecimento, logo aparece os nomes desses dois grandes teóricos no processo de ensino e aprendizagem (Jean Piaget e Lev Vygotsky). Em suas obras notamos que eles mostram visões diferentes sobre como o ser humano constrói o seu conhecimento. Piaget (1976) deu destaque em seus estudos para o aspecto cognitivo, já Vygotsky (1984) deu maior peso a parte social na construção do conhecimento, porém vale destacar ainda que ambos são da linha construtivista no que diz respeito as teorias da educação (CARVALHO, 2014).

De acordo com Carvalho (2016), inicialmente houve um debate entre os educadores afim de identificar qual provocaria maior influência no ensino. Porém por meio de pesquisas realizadas em ambientes escolares, tal conflito entre as teorias mostrou-se inexistente, e o que é possível notar é que há uma complementariedade entre as ideias dos dois teóricos quando aplicadas em diferentes momentos e situações do ensino e da aprendizagem em sala de aula. Dessa forma essas teorias complementam bem a prática do ensino de física por investigação. Por isso, na sequência será feito um breve resumo, mas não sobre as teorias de Piaget e Vygotsky, mas sim como eles fundamentam a prática do ensino por investigação, de forma a melhorar o processo de ensino e a aprendizagem.

Para a construção do conhecimento de acordo com a teoria piagetiana, um dos pontos em destaque é a importância de um problema para o início da construção do conhecimento. Ainda para Carvalho (2016), trazer uma situação-problema para sala de aula para que os alunos possam resolvê-lo, raciocinar e construir seu próprio conhecimento, é um divisor de águas entre uma aula expositiva onde o educando é um ser passivo, onde o mesmo só escuta, onde todo raciocínio está com o professor,

e o discente somente segue essa linha, onde ele não é o ser pensante. Sendo assim quando o professor traz essa situação-problema para sala de aula, o mesmo não tem mais a função de expor, mas sim de encaminhar questionamentos e as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento.

Para Piaget (1976) o mecanismo de construção do conhecimento é composto por equilíbrio, desequilíbrio e reequilíbrio. O que essa teoria quer dizer é que para a organização do ensino é que qualquer novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior. Esse fato é o princípio geral de todas as teorias construtivistas, o que revolucionou o planejamento do ensino, uma vez que, não é possível iniciar nenhuma aula, ou um novo tópico, sem procurar saber o que os alunos já conhecem (equilíbrio), ou já entendem sobre as propostas a serem realizadas. É com base nesse conhecimento cotidiano e propondo problemas, questões, apresentando novas situações para que os alunos resolvam, ou seja, provocando a desequilíbrio e criando condições para a construção de novos conhecimentos (reequilíbrio).

Uma etapa também muito importante por parte do professor e dos alunos na reequilíbrio, é tomar consciência da importância do erro na construção de novos conhecimentos, pois:

É muito difícil um aluno acertar de primeira, é preciso dar tempo para ele pensar, refazer a pergunta, deixa-lo errar, refletir sobre seu erro e depois tentar o acerto. O erro, quando bem trabalhado e superado pelo próprio aluno, ensina muito mais que aulas expositivas quando o aluno segue o raciocínio do professor e não o seu próprio (CARVALHO, 2016, p. 03).

Tudo o que foi descrito até aqui o momento tem como finalidade auxiliar os alunos na construção de novos conhecimentos pelos alunos, porém nas escolas, nas salas de aulas não se tem um único indivíduo, mas sim 30, 40, e em alguns casos até mais alunos. Nessas situações o que fazer? É nesses casos que devemos utilizar a construção social do conhecimento proposta por Vygotsky.

Uma das afirmativas desenvolvidas por Vygotsky (1984) em seus trabalhos e que trará contribuições para esta pesquisa é, de que “as mais elevadas funções mentais do indivíduo emergem de processos sociais”. A implementação desse conceito, provoca uma mudança na interação professor-aluno em sala de aula, o que responde à pergunta feita no parágrafo anterior, ou seja, a saída para o trabalho em

sala de aula é esse reconhecimento da construção do conhecimento através de processos sociais.

Processos sociais de construção do conhecimento, se firmam por meio de ferramentas ou artefatos culturais, que façam a mediação entre cada indivíduo e o meio físico, dentre esses artefatos culturais o mais importante é a linguagem. A compreensão desse tema, traz a necessidade do desenvolvimento da linguagem em sala de aula, para além de melhorar a interação entre professor e alunos, também agir como instrumento transformador na mente dos alunos. Vygotsky destaca que a interação social não se restringe apenas pela comunicação entre o professor e o aluno, mas também que o aprendiz interage com os problemas, o ambiente onde ocorre a comunicação, os assuntos, os valores culturais dos próprios conteúdos vistos em sala de aula (VYGOTSKY, 1984).

É preciso destacar ainda que quando se fala em linguagem aqui, não nos referimos a linguagem apenas verbal, pois dentro do Ensino de ciências (o que inclui o Ensino de Física, tanto no Ensino fundamental e Médio, assim como no Superior) muitas vezes há a necessidade de figuras, tabelas, gráficos, e em muitos casos a linguagem matemática para explicar algumas construções, uma vez que a linguagem oral e escrita muitas vezes não é capaz de comunicar o conhecimento científico de maneira completa. Dessa forma, o professor como o mais experiente dentro do ambiente de sala de aula, precisa ensinar o uso da linguagem própria de cada disciplina (CARVALHO, 2016),

Ainda em relação a teoria de Vygotsky que influenciou e influencia a escola até hoje, é o conceito de “Zona de Desenvolvimento Proximal” (ZDP), que basicamente é a distância entre o “nível de desenvolvimento real” de um indivíduo, que é a capacidade do mesmo resolver um problema de forma autônoma, ou seja, sozinho (o que revela que esse indivíduo possui conhecimento para exercer tal tarefa de forma independente de auxílio) e o “nível de desenvolvimento potencial” que é o nível em que o indivíduo só consegue resolver um determinado problema com a ajuda de outro adulto, ou em colaboração com outro companheiro. O nível de desenvolvimento potencial é desconhecido, já que o mesmo ainda não foi atingido, mas pode ser mensurado de acordo com que o indivíduo consegue executar com o auxílio de um adulto (o professor) ou de seus companheiros (alunos mais

experientes). O que nos leva a definir este nível é o conhecimento em seu nível de desenvolvimento real, ou seja, o conhecimento já consolidado pelo aprendiz. Em outras palavras podemos dizer o nível potencial é o conjunto de conhecimentos e habilidades que uma pessoa pode aprender, mas que no momento só consegue executar com a ajuda de outro indivíduo (VYGOTSKY, 1984).

Esse conceito ZDP ajuda a compreender o motivo pelo qual os alunos se sentem mais à vontade para desenvolver uma atividade em grupo, pois algumas vezes eles se entendem mais entre si, estando todos eles dentro de um mesmo nível de desenvolvimento real, do que comparado ao auxílio de um professor que encontra-se em outro nível de desenvolvimento. Além disso, o conceito mostra que os alunos têm condições sim de aprender entre si, sob orientações de outros colegas. Mas para que possa gerar resultados de forma eficaz é preciso que os alunos interajam em grupo dentro da teoria Vygostikiana, de modo que em grupo, possa ocorrer discussões, trocas de ideias, e que todos se ajudem mutuamente, o que é conhecido como atividades sociointeracionistas. Já se o trabalho em grupo, for pensado como o somatório de trabalhos individuais, o mesmo não terá sentido dentro da teoria de Vygotsky.

Dessa forma, dentro da proposta sociointeracionistas de Vygotsky, o papel do professor torna-se de orientador das atividades dentro do contexto social e investigativo dos trabalhos em grupo, o que facilita para o aluno ao utilizar essa dinâmica de grupo permitindo entre os alunos a discussão, o levantamento de hipóteses, a troca de ideias, e a ajuda mútua entre os alunos, ajudando os mesmos a alcançarem um próximo nível de desenvolvimento.

As teorias de Piaget e Vygotsky, apesar de diferentes e alguns pontos, nos mostram como o aluno ganha o conhecimento, seja pelo cognitivo ou pelas interações sociais. Mas há também os pontos onde as teorias coincidem, que é a necessidade do conhecimento anterior (chamado por Piaget de equilíbrio e por Vygotsky de nível de desenvolvimento real), as atividades em grupo, a socialização do conhecimento, e também o ensino através da investigação para que o aprendiz possa adquirir novos conhecimentos, além de que os PCN também defendem o ensino por investigação.

## **5. Organização de uma sequência de ensino investigativa – SEI**

Uma sequência de ensino investigativa é definida de acordo com alguns autores Carvalho (2011, 2016), Sasseron e Carvalho (2015), Azevedo (2009), Sasseron (2011), dentre outros, como situações-problema, que motivem os alunos a estudar, investigar e solucionar os problemas apresentados, podendo utilizar vários recursos. Dessa forma, a sequência de ensino investigativa surge como uma estratégia didática que proporciona atividades centradas no aluno, de modo a desenvolver sua autonomia e possibilitando a capacidade de tomar decisões e por consequência resolver problemas.

Nesse sentido, no ensino por investigação é necessário a proposição de um problema que desperte o interesse dos alunos e, ao mesmo tempo, seja adequado para tratar os conteúdos que se quer ensinar. O principal objetivo desta estratégia didática é “proporcionar a participação do aluno de modo que ele comece a produzir seu conhecimento por meio da interação entre pensar, sentir e fazer” (AZEVEDO, 2009, p. 21).

A SEI permite ainda ao aluno desenvolver e organizar suas próprias ideias, através de discussões e debates em sala de aula com grupos de alunos, e também com o professor. Nesse contexto, assim como defendida por Azevedo (2009) e também por Carvalho (2014), “uma sequência de ensino investigativa deve ter atividades chave: na maioria das vezes uma SEI inicia-se por um problema, experimental ou conceitual, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e ofereça condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático”.

Carvalho (2014) destaca alguns pontos importantes na construção e planejamento de uma SEI: A relevância da situação-problema, pois, precisa fazer parte do cotidiano do aluno para cativar o aluno; Transformar a ação manipulativa em ação intelectual; A importância da tomada de consciência dos atos; criar etapas para as explicações científicas; Realizar atividades que exija a interação social para a construção do conhecimento, pois, o estudante precisa ser estimulado a participar da ação; A importância da relação aluno-aluno e aluno-professor; Ensinar o aluno



valorizando o conhecimento prévio; Propor atividades que envolvam Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Analisando todo o exposto pelos autores, foi desenvolvida uma sequência de ensino investigativa – SEI objetivando o ensino da Lei de Faraday voltado para ensino médio, dividindo essa SEI nas seguintes etapas: Demonstração investigativa, Texto, Laboratório aberto, Sistematização do conhecimento e Avaliação.

## 5.1 – Demonstração investigativa

Em geral, essas demonstrações são realizadas em sala de aula partindo de algum problema, para que assim os alunos possam levantar hipóteses, e assim o professor possa testá-las, para que desse modo o professor possa construir junto aos alunos uma relação entre o conhecimento cotidiano e o conhecimento científico, Moura (2018).

De acordo com Carvalho (2016), são problemas experimentais em que a ação é feita pelo professor. Ainda de acordo com a autora o professor precisa de mais autocontrole, na etapa de *resolução do problema*, para não ir resolvendo-o antes de fazer perguntas do tipo: Como vocês acham que eu devo fazer? De modo a dar tempo para os alunos levantarem hipóteses que então serão testadas pelas mãos do professor.

É importante destacar também que na demonstração investigativa os alunos tenham a oportunidade de individualmente expressarem o que aprenderam por meio de trabalhos escritos e/ou desenhados, por exemplo.

Para Moura (2018), não é correto imaginar que apenas seguindo um roteiro experimental durante uma atividade levará o aluno a construir todos os conceitos científicos que envolve a teoria relacionada a atividade experimental.

## 5.2 – Texto

Como mencionado em diversos momentos e por vários autores anteriormente, é fundamental que uma SEI tenha início como um problema, seja ele experimental ou conceitual, contextualizado, que faça parte do cotidiano do aluno e que desperte seu

interesse. Carvalho (2014) destaca que esse problema pode ser introduzido através de charges, figuras, textos e aparatos experimentais.

Assim é possível introduzir o conteúdo desejado, fazendo com que os alunos possam fazer a leitura em grupos, dando um tempo para que os mesmos possam fazer uma discussão em grupo, que façam ainda a anotação dos principais pontos para uma posterior discussão em grupo sobre seus entendimentos, pontos relevantes, possíveis relações com o dia a dia, desenvolvendo assim o diálogo, a argumentação, o levantamento de hipóteses, assim como defendem Azevedo (2009), Carmo (2015) e Bellucco (2013).

Carvalho (2014) defende ainda que no momento da discussão do texto, o professor deve atuar como um mediador e questionador, levantando questões problematizadoras, a fim de estimular a argumentação. Além disso a autora defende ainda, que esse é um bom momento para refletir sobre a importância da física na sociedade.

### **5.3 – Laboratório aberto**

Essa prática conceituada laboratório aberto é uma aula experimental, onde os alunos são os responsáveis pela solução de um problema proposto, essa é a visão de Azevedo (2009). Nas palavras de Carvalho (2014), essa prática “propõe uma investigação experimental por meio da qual se pretende que os alunos, em grupo, resolvam um problema”. Assim, podemos afirmar que o laboratório aberto tem como finalidade, a resolução de um problema a partir dos alunos, por meio de uma atividade experimental.

Quando tratamos de atividades em laboratório é possível observar que o trabalho no laboratório pode ser organizado de diversas maneiras, desde demonstrações até atividades prático-experimentais dirigidas diretamente pelo professor ou indiretamente, através de um roteiro. Todas podem ser úteis, dependendo dos objetivos que o professor pretende com a realização das atividades propostas. Uma alternativa que temos defendido há mais de uma década, e mais recentemente temos investigado e utilizado com nossos alunos, consiste em estruturar as atividades de laboratório como investigações ou problemas práticos mais

abertos, que os alunos devem resolver sem a direção imposta por um roteiro fortemente estruturado ou por instruções verbais do professor (BORGES, 2002, p.303).

É possível notar então que o laboratório aberto não está acima do laboratório tradicional, ou vice-versa, mas vemos que são outras características, essas diferenças são destacadas por Borges (2002), em três aspectos, como mostrado na Tabela 01:

Tabela 1: Aspectos do laboratório tradicional e aberto.

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

Fonte: Borges, 2002, p. 304.

Para Carvalho (2014), quando o aluno está diante de um problema em um laboratório aberto há busca pela solução pode ser dividida em 6 momentos:

- 1) Proposta do problema:** Destaca-se que o problema deve estimular a curiosidade dos alunos, desse modo ela recomenda que não seja uma pergunta muito específica, para que possa gerar discussão dos grupos.
- 2) Levantamento de hipóteses:** Já sabendo o problema, os alunos devem levantar suas hipóteses por meio de discussão em grupo.
- 3) Elaboração do plano de trabalho:** Nesse momento, os estudantes devem decidir como será realizada a experiência.
- 4) Montagem do arranjo experimental e coleta de dados:** Esta é a etapa prática do laboratório, onde os alunos montam, manipulam e fazem anotações referente a coleta de dados.  
Nessa etapa o professor percorre os grupos para verificar se estão sendo executadas as atividades de acordo com o plano de trabalho e estão fazendo a coleta de dados.

**5) Análise de dados:** Esta etapa onde são analisados os dados obtidos, é onde segundo Carvalho (2014) onde os alunos apresentam maior dificuldade, pois precisam manipular muitas vezes gráficos, obter equações, cabe ao professor destacar a importância desta etapa para os alunos.

**6) Conclusão:** Nessa etapa deve-se apresentar uma resposta ao problema proposto inicialmente, discutindo a validade das hipóteses levantadas.

Ao se trabalhar com laboratório aberto é preciso reconhecer que é diferentes níveis dentro do referido laboratório, esses diferentes níveis são definidos por Borges (2002) e Carvalho (2014), na tabela 2:

Tabela 2: Níveis de investigação no laboratório aberto.

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

Fonte: Borges, 2002, p. 306.

Analisando a Tabela 2, é possível notar que uma atividade desenvolvida em um laboratório no nível 0, é o que chamamos de laboratório fechado, ou seja, laboratório tradicional, já que as três etapas problemas, procedimentos e conclusões são feitas pelo professor; em relação ao nível 1, já há um pequeno grau de abertura, pois o problema e os procedimentos ficam a cargo do professor e as conclusões por parte dos alunos; no nível 2, tanto os procedimentos e as conclusões são tarefas dos alunos, ficando somente o problema ofertado pelo professor; por fim o nível 3 seria o maior nível de autonomia dos alunos, onde todas as etapas são de responsabilidade dos alunos, ou seja o problema, os procedimentos e as conclusões.

## **5.4 – Sistematização do conhecimento**

A sistematização pode ser feita em cada uma das etapas da SEI, pelo aluno, assim como pelo professor. Para Moura (2018), a sistematização do conhecimento no

ensino por investigação pode ser compreendida como um ou vários momentos relevantes, que proporcionam aos alunos a consolidação da aprendizagem ao enfrentar as etapas da SEI.

Carvalho (2016) ao compreender que a sistematização dos conhecimentos nas etapas de Demonstração Investigativa, Problemas Abertos, Laboratório Aberto ou em atividades que requer o uso da experimentação pode ser realizado através de um debate organizado pelo professor em sala. Esses autores afirmam que o papel do educador nesse momento é muito importante, pois ele deve buscar a participação dos alunos, levando-os a tomar consciência de suas ações por meio de perguntas.

A Sistematização do Conhecimento que ocorre ao final da SEI, compreende a última etapa da sequência investigativa, e ela é de suma importância, pois, poderá evitar que algum aluno deixe de compreender o que foi estudado durante a SEI.

## **5.5 – Avaliação**

Em relação ao processo de avaliação de uma SEI, Carvalho (2016) defende que essa não deve ter caráter somativo, mas sim, uma avaliação com caráter formativo, onde tanto professor como os alunos possam ou não estar aprendendo.

Os conteúdos processuais e atitudinais não são tão comuns de serem avaliados na escola, mas nas SEIs essas avaliações se tornam importantes, pois eles fazem parte integrante do ensino de Ciências como investigação e precisam ser ressaltados pelos professores para os alunos (CARVALHO, 2016, p. 18 e19).

Quando durante a aplicação, na etapa de resolução do problema, o professor observa nos grupos que há colaboração entre os integrantes na busca pela solução do problema, é uma indicação de aprendizagem atitudinal, e se ocorrem discussões no grupo que levarão a hipóteses para resolução do problema, fazendo o teste das mesmas, nesse caso estamos diante de uma aprendizagem processual do grupo.

Esses momentos de aprendizagem atitudinal também precisam ser observados em outros momentos da SEI, como por exemplo, nos momentos de discussão aberta Carvalho (2016) que diz que os comportamentos indicam aprendizagem atitudinal, podemos citar aguardar o momento de falar, atenção a fala

dos colegas. Já quando observamos que um aluno tem domínio no momento de se expressar durante sua fala, está relacionada com a aprendizagem procedimental.

Outra forma de avaliação conceitual destacada ainda por Carvalho (2016), esta mais tradicional que ocorre ao final de cada SEI, na qual organiza-se um questionário destacando os pontos importantes desenvolvidos durante a atividade.

## **6. Metodologia**

Para referenciar a metodologia deste trabalho, toma-se por base diversos autores contemporâneos que trabalham de forma aprofundada dentro dessa área de ensino (Ensino por Investigação). Os trabalhos desenvolvidos por esses autores têm por objetivo o desenvolvimento de métodos ou aprimoramento deles, afim de contribuir para a melhora do sistema de ensino e aprendizagem. Podemos citar dentre esses, alguns dos principais autores aqui utilizados Carvalho (2011, 2014 e 2016), Sasseron (2011 e 2015), Azevedo (2009) e Borges (2002).

Diante do exposto abordado nos capítulos anteriores e nos objetivos destacados no início deste trabalho, foi realizada uma pesquisa bibliográfica relacionada ao ensino por investigação em artigos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, além de sites especializados, com base nessa pesquisa foi elaborada uma Sequência de Ensino Investigativa – SEI em forma de produto educacional, que foi aplicada em uma turma com 37 alunos, de 3º ano do Ensino Médio.

Ao fim da aplicação do produto aqui desenvolvido, segue para a análise de resultados, nessa etapa são analisadas as falas individuais ou em grupo, durante a aplicação, como defende Carvalho (2016), para que seja possível essa análise, foi feita a gravação durante o processo, para assim, seja possível uma análise posterior de algum detalhe não observado durante a aplicação.

O produto educacional apresentado em forma de SEI sobre o ensino da lei de Faraday foi dividido em 5 etapas, separadas em 4 aulas de 45 minutos cada uma, destacamos aqui que o produto pode ser reaplicado em uma outra escola e que a quantidade de aulas pode ser alterada a critério do professor aplicador ao planejar para a realidade de sua escola, alterando o tempo de aplicação, por exemplo.

As etapas desta SEI, são: 01 – Demonstração investigativa; 02 – Leitura de texto; 03 – Laboratório aberto; 04 – Sistematização do conhecimento; 05 – Avaliação.

Aqui será detalhada cada uma das etapas de aplicação do produto educacional desenvolvido através desta SEI, afim de facilitar a reaplicação ou reelaboração da sequência de ensino por outro docente, já que esse é um dos objetivos deste trabalho.

## **6.1 Etapa 01 – Demonstração investigativa**

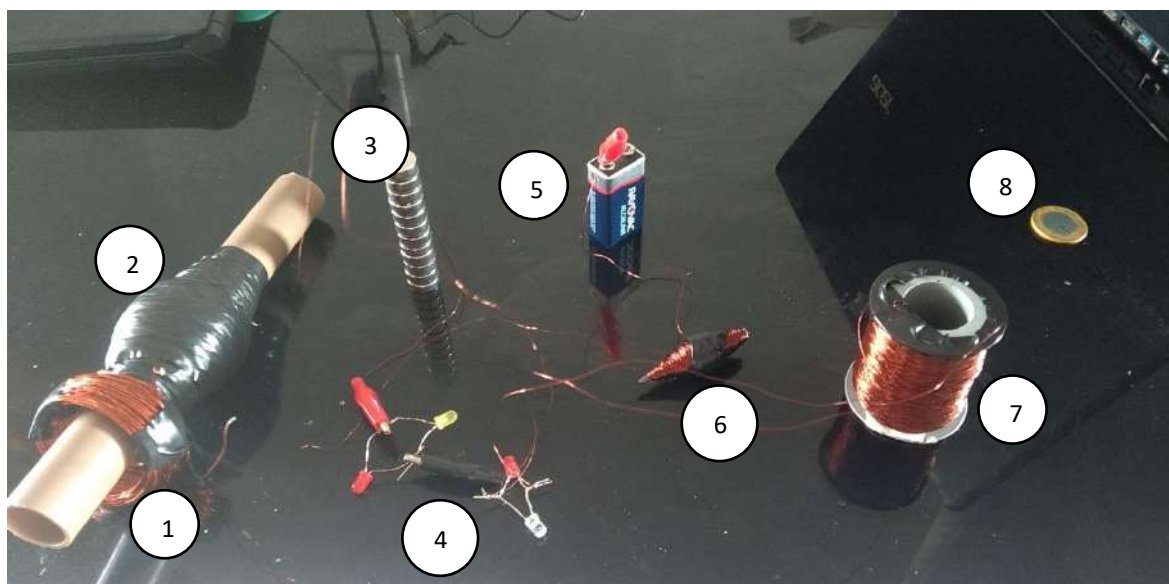
Esta etapa é iniciada após a apresentação para a turma da metodologia empregada e a divisão da classe em grupos.

Em seguida o professor começa a abordagem do tema em questão: o ensino da lei de Faraday (indução eletromagnética), destacando e chamando a atenção dos alunos para o fato de que em nosso meio, constantemente estamos em contato com aparelhos e utensílios dependentes de energia elétrica, como motores, transformadores, celulares, lâmpadas, dentre outros equipamentos.

Nesse momento o professor aguça a curiosidade dos alunos questionando: Mas vocês sabem como é gerada (produzida) essa energia elétrica, da qual somos tão dependentes? Já pensaram nisso? Nesse sentido, no ensino por investigação é necessário a proposição de um problema que desperte o interesse dos alunos e, ao mesmo tempo, seja adequado para tratar os conteúdos que se quer ensinar. O principal objetivo desta estratégia didática é “proporcionar a participação do aluno de modo que ele comece a produzir seu conhecimento por meio da interação entre pensar, sentir e fazer” (AZEVEDO, 2009, p. 21).

Em seguida, o professor mostra o kit experimental (figura 5), e usando os itens 2, 3 e 4, faz a demonstração mostrando como resultado os LEDs acendendo.

Figura 5: Elementos utilizados durante a SEI.



Fonte: Autor, 2019.

A figura 05 nos mostra todos os elementos utilizados durante a SEI, na qual podemos observar através das indicações enumeradas:

1. 1 bobina com fio de cobre esmaltado (30 AWG), com 100 voltas;
2. 1 bobina de fio de cobre esmaltado (35 AWG), com 4000 voltas em torno de um cano PVC de 25 mm de diâmetro;
3. 12 ímãs de neodímio, em formato cilíndrico, cada um com diâmetro de 15 mm por 5 mm de altura;
4. LEDs ligados em paralelo;
5. Bateria de 9 Volts;
6. 1 bobina de fio de cobre esmaltado (35 AWG), com 1000 voltas em torno de um prego;
7. 1 bobina de fio de cobre esmaltado (35 AWG), com 2000 voltas em torno de um rolo vazio de atadura;
8. Moeda para teste com o eletroímã;

Após esta demonstração investigativa os alunos são convidados a explicar o experimento, anotando suas explicações, nesse momento os alunos começam a investigar, pois passam a buscar explicações para os resultados ali vistos, logo espera-se que os alunos em grupo, conversem, levantando hipóteses, para responder ao problema proposto.



Assim que todos os grupos tiverem suas respostas registradas e entregues ao professor, é o momento do professor fazer uma rápida análise das respostas dadas, analisando o conhecimento prévio e o senso comum dos alunos, para assim encaminhar a sistematização desta etapa, onde o discente pode fazer alguma correção de algum grupo em sua explicação, ou ainda complementar as respostas dadas pela turma, de modo a sanar algum conceito equivocado da classe, grupo ou aluno.

O tempo estimado para a execução desta etapa é de uma aula (45 minutos).

## **6.2 Etapa 02 – Leitura de texto**

Após o primeiro contato com a Lei de Faraday (Lei da indução), é o momento de o aluno conhecer, aprofundar seus conhecimentos em relação ao eletromagnetismo, até mesmo para que eles não pensem que o surgimento desta lei foi de forma rápida e fácil, pra isso apresentamos aos estudantes um pouco do desenvolvimento da Lei desenvolvida por Faraday e o que antecedeu a sua criação, como por exemplo, quem foram seu precursores.

Para isso, cada grupo recebe dois textos: texto 01 - história do eletromagnetismo; E texto 02 - Lei de Faraday, o que é, contexto histórico e contribuições à humanidade.

Com essas leituras espera-se que os alunos aprofundem seus conhecimentos. Conhecendo o experimento que deu origem ao eletromagnetismo, o experimento de Ampère, além de conhecer um pouco mais da história e importância desta lei até os dias atuais.

Ao fim da leitura do texto, é aberta uma discussão com a turma, para que os alunos possam, se for o caso, fazer suas perguntas para um maior aprofundamento no referido assunto.

O tempo estimado para execução desta etapa é de aproximadamente uma aula (45 minutos).

### **6.3 Etapa 03 – Laboratório aberto**

Para esse novo momento com os alunos, é desenvolvida a etapa do laboratório aberto. Nesta etapa, o professor apresenta aos alunos o kit experimental que eles terão acesso, e dá os problemas a serem resolvidos pelos alunos, que são:

- 1) Através da manipulação do kit experimental, dizer: em que situações o LED acende? E quais as situações onde ele não acende?
- 2) A partir da manipulação dos experimentos, explique como é possível aumentar a intensidade do efeito, ou seja, da força eletromotriz produzida?
- 3) Sem a ajuda do professor e sem o auxílio dos ímãs, somente com a bateria, bobinas e LED's, sem conectá-los diretamente a bateria (até porque os LED's queimariam), vocês conseguem acender os LED's?

Novamente assim que os grupos entregarem suas respostas ao professor, deve ser feita uma rápida análise das respostas, para encaminhar a sistematização do conhecimento desta etapa, corrigindo ou complementando as respostas dadas pelos alunos e também respondendo a alguma nova pergunta que possa surgir nesse momento, sempre elogiando as respostas, mas sem mencionar os autores, para evitar algum constrangimento.

O tempo estimado para esta etapa é de uma aula (45 minutos).

### **6.4 Etapa 04 – Sistematização do conhecimento**

Esta etapa tem por objetivo fazer uma sistematização geral de toda a SEI, essa mesma sistematização pode ser feita pelos alunos, porém, é sempre sinalizada pelo professor, onde o professor faz um apanhado geral do que foi desenvolvido durante toda a sequência em todas as etapas. Abrindo novamente uma oportunidade de discussão na turma em torno do tema abordado.

Para esta etapa o tempo estimado é de 0,5 aula.

## **6.5 Etapa 05 – Avaliação**

A avaliação da SEI deve ser feita em dois momentos, durante a aplicação e ao fim dela.

Durante a aplicação o professor deve observar e registrar atitudes, comportamentos, falas, respostas escritas, domínio da linguagem científica, essas observações irão dar suporte para que seja feita a avaliação em relação aos processos de aprendizagem processuais e atitudinais. De modo, que a avaliação não seja simplesmente somativa.

Após a aplicação da SEI será feita uma avaliação mais tradicional, a partir da aplicação de questões conceituais, abordando os principais pontos que foram desenvolvidos durante a SEI. Essas questões objetivas algumas elaboradas pelo professor outras retiradas de questões de vestibulares de algumas instituições brasileiras.

Além desta avaliação em relação aos conceitos estudados durante a SEI, também é feita uma avaliação da própria SEI, através de um questionário de satisfação entregue aos alunos junto com as questões conceituais.

O tempo estimado para esta etapa é de 0,5 aula (25 minutos aproximadamente). Logo, o tempo total estimado de aplicação é de 4 aulas, cada uma de 45 minutos, ou seja, 180 minutos.

## **7. Análise dos resultados**

Nesta etapa, foi feita a análise sobre o produto educacional elaborado e aplicado. Faremos ainda a exposição de resultados assim como as dificuldades encontradas durante o processo. Para uma melhor apresentação, neste capítulo iremos dividir a análise conforme as etapas de aplicação da SEI, por fim vamos examinar a lista de exercícios aplicada ao fim da SEI, assim como o questionário de satisfação.

A SEI aqui apresentada foi aplicada em uma turma com 37 alunos, de 3º ano do Ensino Médio, no turno matutino da Escola Estadual São Francisco de Assis no município de Tailândia, no interior do Pará, localizada a 260 km da capital do Estado – Belém, na região sudeste do Estado. Destacando ainda que a faixa etária desses alunos é de 17 a 19 anos. A escola, fundada em 2002, conta com 16 salas de aula,

uma sala de informática, um laboratório multifuncional, uma biblioteca, uma quadra poliesportiva, funciona nos três turnos, manhã, tarde e noite, localizada no centro da cidade, foi a primeira escola de Ensino Médio pública do município. Atualmente a cidade conta com outras duas escolas de Ensino Médio da rede pública estadual e uma escola técnica pública estadual.

Ao início da aula o professor faz a apresentação da atividade e a divisão da turma em grupos, mais precisamente 6 grupos, como são 37 alunos, logo 5 grupos com 6 alunos e um deles com 7 alunos.

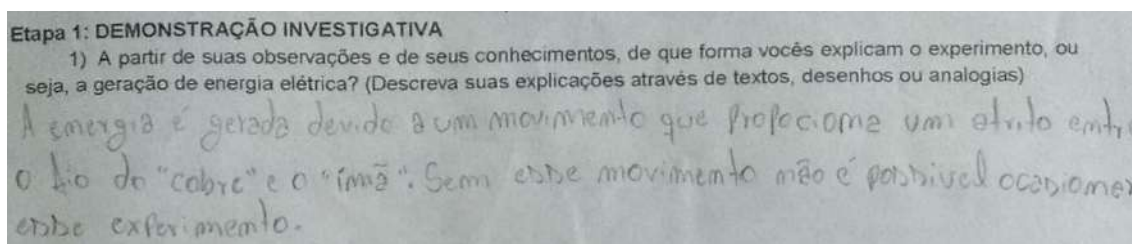
## 7.1 Analisando a etapa demonstração investigativa

Para atingir o objetivo nesta etapa, é iniciada uma discussão com a turma sobre a energia elétrica que nos rodeia, relacionando o conhecimento cotidiano e o científico, como defende Moura (2018), e se iniciam os questionamentos: como a energia elétrica é gerada? Em seguida são apresentados aos alunos os componentes da demonstração, uma bobina (conectada a dois LEDs em paralelo) e alguns ímãs de neodímio, e os alunos são desafiados a responder o que deve ser feito para acender os LEDs e após algumas respostas é realizada a demonstração.

Ao fim da demonstração investigativa, é feita o seguinte questionamento aos alunos: A partir de suas observações e de seus conhecimentos, de que forma vocês explicam o experimento, ou seja, a geração de energia elétrica? (Descreva suas explicações através de textos, desenhos ou analogias).

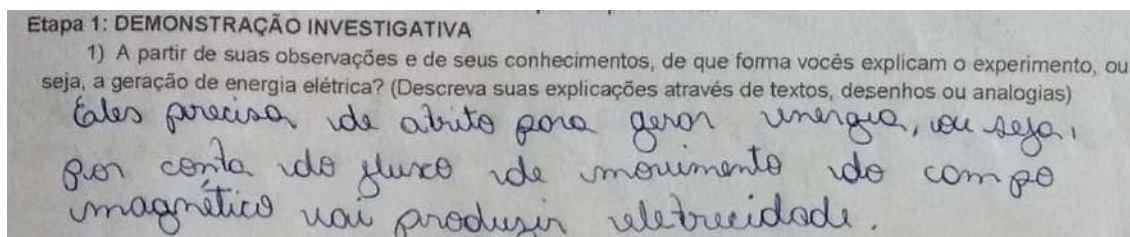
Como resposta 100% dos alunos responderam com textos, dos quais destacamos algumas respostas mostradas nas figuras a seguir:

Figura 6: Resposta dada pelo grupo 01 em relação a pergunta 01.



Fonte: Autor, 2019.

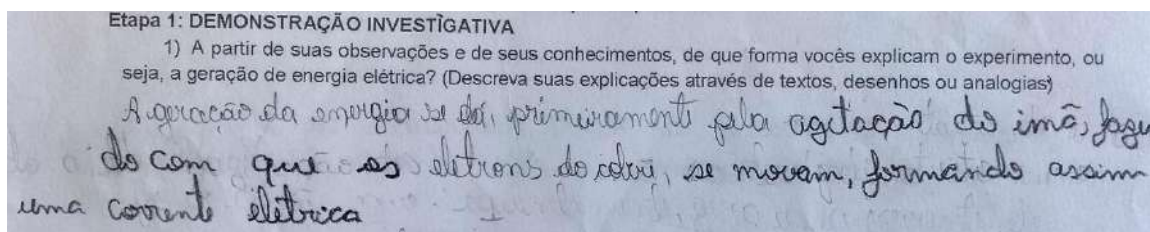
Figura 7: Resposta dada pelo grupo 02 em relação a pergunta 01.



Fonte: Autor, 2019.

Através das figuras 6 e 7, é possível notar que parte dos alunos acreditavam até então, que a energia elétrica é produzida devido ao atrito entre o ímã e a bobina, ou seja, um pensamento equivocado.

Figura 8: Resposta dada pelo grupo 03 em relação a pergunta 01.



Fonte: Autor, 2019.

Já a partir da figura 9, percebemos que houve uma melhor compreensão do processo de geração de energia elétrica.

Partindo dos erros, como destaca Carvalho (2016), foi feita então uma discussão aberta com toda a turma, afim de sanar alguma possível compreensão equivocada do processo em relação a lei de Faraday, finalizando a etapa 01 com a sistematização da demonstração, onde parte dos alunos que erraram, perceberam na fala de outros alunos que acertaram as respostas, seus próprios erros.

Logo, foi possível observar a importância do trabalho em grupos e da discussão ao fim da etapa, importância essa também destacada por Vygotsky (1984), “as mais elevadas funções mentais do indivíduo emergem de processos sociais”.

É possível destacar ainda que através da exposição feita pelo grupo 01 e 02, de acordo com Piaget (1976) eles se encontravam em equilíbrio, quando afirmam que a energia elétrica é gerada a partir do atrito, porém o mesmo entra em

desequilíbrio quando a ele é apresentado o conceito correto e ao fim quando compreende o conceito real temos a reequilíbrio.

## **7.2 Analisando a etapa leitura de textos**

Durante a etapa 02 desta SEI foi entregue aos alunos dois textos sobre eletromagnetismo, um deles intitulado a história do eletromagnetismo, e o segundo Lei de Faraday, o que é, contexto histórico e contribuições à humanidade.

Nesta etapa, os textos tem por objetivo mostrar através da leitura de textos, momentos históricos e o desenvolvimento da Lei de Faraday, assim como as características da lei mencionada anteriormente e na equação 1, que resume a lei da indução.

Ao ler os textos os alunos conseguiram aprofundar seus entendimentos sobre a lei de Faraday, além do início do eletromagnetismo com o experimento de Oersted, e como o eletromagnetismo está presente em nosso cotidiano e um pouco mais da importância das tecnologias que envolvem energia elétrica, assim como outras tecnologias que funcionam a partir da Lei de Faraday, como motores elétricos e transformadores.

Ao fim desta etapa, no momento da discussão foi percebido que não haviam dúvidas por parte dos alunos e que os objetivos para esta etapa foram alcançados.

## **7.3 Analisando a etapa laboratório aberto**

Nesta etapa, apresenta-se os problemas propostos, para que por meio da manipulação dos kits experimentais os estudantes devem solucioná-los, é pedido ainda que eles registrassem suas respostas em resumos. Abaixo destacamos algumas respostas desta terceira etapa da SEI. Destacamos ainda que os alunos não dispunham de nenhum tipo de roteiro experimental, e de acordo com os níveis de investigação proposto por Borges (2002), podemos afirmar que nível de investigação nesta atividade, é o nível 2, já que os problemas foram apresentados pelo professor e tanto os procedimentos quanto as conclusões estão em aberto sob responsabilidade dos alunos.

Figura 9: Respostas dadas pelo grupo 01 na etapa 03.

Etapa 3: LABORATÓRIO ABERTO

5) Em que situações o LED acende? E quais as situações onde ele não acende?

- O LED vai acender quando o ímã passar rápido por dentro do cano. E não acenderá caso o ímã não passe pelo cano, ou passe em uma velocidade mínima.

6) A partir da manipulação dos experimentos, explique como é possível aumentar a intensidade do efeito, ou seja, da força eletromotriz produzida?

- Aumentando as voltas do cobre e a potência da bateria ou o ímã.

7) Sem a ajuda do professor e sem o auxílio dos ímãs, somente com a bateria, bobinas e LED's, sem conectá-los diretamente a bateria (até porque os LED's queimariam), vocês conseguem acender os LED's?

- Sim, ele acende, porém ele precisa que a pilha seja conectada à bobina isolada tendo força magnética capaz de substituir os ímãs utilizados no experimento anterior.

Fonte: Autor, 2019.

Figura 10: Respostas dadas pelo grupo 02 na etapa 03.

5) Em que situações o LED acende? E quais as situações onde ele não acende?

Quando há um grande fluxo e variação durante com a bobina, e não acende, quando não há o contato direto.

6) A partir da manipulação dos experimentos, explique como é possível aumentar a intensidade do efeito, ou seja, da força eletromotriz produzida?

Aumentando a quantidade de bobina e de ímã.

7) Sem a ajuda do professor e sem o auxílio dos ímãs, somente com a bateria, bobinas e LED's, sem conectá-los diretamente a bateria (até porque os LED's queimariam), vocês conseguem acender os LED's?

não.

Fonte: Autor, 2019.

Figura 11: Respostas dadas pelo grupo 03 na etapa 03.

5) Em que situações o LED acende? E quais as situações onde ele não acende?

Os leds acendem quando colocamos o ímã na bobina e balançamos, Mas se colocarmos e não balançarmos ele não acende.

6) A partir da manipulação dos experimentos, explique como é possível aumentar a intensidade do efeito, ou seja, da força eletromotriz produzida?

Quanto mais forte balançarmos o ímã na bobina mais forte será a intensidade da energia produzida.

7) Sem a ajuda do professor e sem o auxílio dos ímãs, somente com a bateria, bobinas e LED's, sem conectá-los diretamente a bateria (até porque os LED's queimariam), vocês conseguem acender os LED's?

A bobina enrolada sem tubo funciona ~~para formar~~ <sup>para formar</sup> um ímã para acender a luz ~~assistir para diminuir a voltagem da bateria.~~

Fonte: Autor, 2019.

Figura 12: Respostas dadas pelo grupo 04 na etapa 03.

Etapa 3: LABORATÓRIO ABERTO

5) Em que situações o LED acende? E quais as situações onde ele não acende?

Quando o ímã está em movimento os leds acendem. Quando eles estão parados os leds não acendem.

6) A partir da manipulação dos experimentos, explique como é possível aumentar a intensidade do efeito, ou seja, da força eletromotriz produzida?

Quanto mais ímã e cobre mais aumenta a intensidade de seu efeito, a força.

7) Sem a ajuda do professor e sem o auxílio dos ímãs, somente com a bateria, bobinas e LED's, sem conectá-los diretamente a bateria (até porque os LED's queimariam), vocês conseguem acender os LED's?

Conseguimos passar a energia de uma para a outra fazendo com que os leds acendam.

Fonte: Autor, 2019.



Figura 13: Respostas dadas pelo grupo 05 na etapa 03.

Etapa 3: LABORATÓRIO ABERTO

5) Em que situações o LED acende? E quais a situações onde ele não acende?

O led acende quando o imã está em movimento criando corrente induzida e uma voltagem induzida. Ele não acende quando o imã está parado, pois não cria corrente ou voltagem induzida.

6) A partir da manipulação dos experimentos, explique como é possível aumentar a intensidade do efeito, ou seja, da força eletromotriz produzida?

É possível aumentar a intensidade do efeito a partir do aumento da corrente induzida ocasionada pela amplitude do imã e da bobina.

7) Sem a ajuda do professor e sem o auxílio dos imãs, somente com a bateria, bobinas e LED's, sem conectá-los diretamente a bateria (até porque os LED's queimariam), vocês conseguem acender os LED's?

Sim. Deve ser feita a substituição do imã normal por um eletroímã, passando energia de uma bobina para outra.

Fonte: Autor, 2019.

Figura 14: Respostas dadas pelo grupo 06 na etapa 03.

Etapa 3: LABORATÓRIO ABERTO

5) Em que situações o LED acende? E quais a situações onde ele não acende?

Quando há movimento o LED acende  
Quando o imã está parado o LED não acende

6) A partir da manipulação dos experimentos, explique como é possível aumentar a intensidade do efeito, ou seja, da força eletromotriz produzida?

Podemos aumentar a velocidade de movimento do imã, o número de voltos da bobina ou usar imãs mais fortes

7) Sem a ajuda do professor e sem o auxílio dos imãs, somente com a bateria, bobinas e LED's, sem conectá-los diretamente a bateria (até porque os LED's queimariam), vocês conseguem acender os LED's?

Sim, basta conectar uma bobina a pilha, já que conforme o ímã se transforma em um ímã e colocamos dentro da bobina, aí ligamos e desligamos na pilha e o LED acende.

Fonte: Autor, 2019.

Partindo da análise das figuras 9, 10, 11, 12, 13 e 14, que trazem as respostas dadas pelos alunos aos problemas propostos na etapa 03, laboratório aberto, é possível notar que todos os grupos responderam de maneira satisfatória ao problema proposto 05 (primeiro problema da etapa 03), já que todos observaram que os LEDs só irão acender, se tivermos movimento do imã em relação a bobina.

É possível destacar ainda, analisando a resposta dada pelo grupo 03, os alunos iniciando uma linguagem científica, esse fato é possível perceber quando são vistas as expressões, “mas”, “se”, “portanto”, dentre outras, de acordo com o que propõe Lawson (2004).

Em relação ao segundo problema proposto na etapa 03, ou seja, o questionamento 06, as respostas dos grupos 01, 02, 04 e 05, estão na mesma linha, pois destacam respectivamente:

“Aumentando o número de voltas do cobre e a potência da bateria ou o imã” (Grupo 01).

“Aumentando a quantidade de bobina e de imã” (Grupo 02).

“É possível aumentar a intensidade do efeito a partir do aumento da corrente elétrica induzida ocasionada pela amplitude do imã e da bobina” (Grupo 04).

“Quanto mais imã e cobre mais aumenta a intensidade, ou seja, a força” (Grupo 05).

Os grupos destacam corretamente os pontos mencionados, porém não fazem referência a velocidade do imã em relação a bobina e vice-versa.

O grupo 03 destaca apenas a velocidade do imã para produzir energia elétrica, e não faz referência ao número de voltas da bobina ou intensidade do imã.

“Quanto mais forte balançar o imã na bobina, mais forte será a intensidade da energia produzida” (Grupo 03).

E apenas o grupo 06, faz uma referência mais completa:

“Podemos aumentar a velocidade de movimento do imã, o número de voltas da bobina ou usar imãs mais fortes” (Grupo 06).

Em relação ao último problema da etapa 03, foi possível notar que apenas o grupo 02 não atingiu o objetivo de acender os LEDs, o grupo 04 diz apenas que “conseguimos passar a energia de uma para outra fazendo com que os LEDs acendam”, ou seja, o grupo acaba evidenciando um transformador de voltagem e corrente.

Enquanto que os grupos 01, 03, 05 e 06 responderam de forma satisfatória de acordo com o conteúdo abordado. Abaixo mostramos respectivamente as respostas dos grupos:

“sim, ele acende, porem ele precisa que a pilha seja conectada à bobina isolada, tendo força magnética capaz de substituir os imãs utilizados no experimento anterior” (Grupo 01).

“A bobina enrolada sem tubo funciona para formar um imã para acender a luz” (Grupo 03).

“Sim. Deve ser feita a substituição do imã normal por um eletroímã, passando energia de uma bobina para outra” (Grupo 05).

“Sim, basta conectar uma bobina a pilha, já que conforme Oersted ela se transforma em um imã e colocamos ela dentro da bobina, aí ligamos e desligamos na pilha e o LED acende” (Grupo 06).

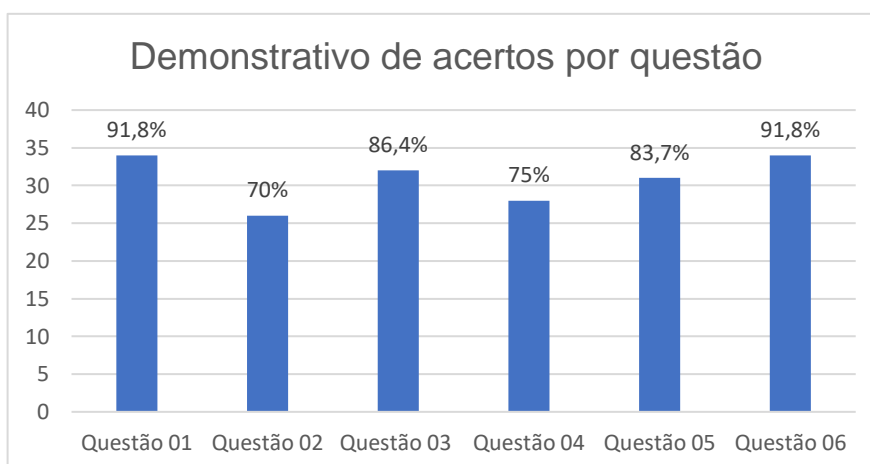
Ao fim desta etapa após os grupos responderem as situações-problema, foi feita uma discussão com a turma afim de encaminhar a sistematização final da SEI, onde julgamos que a atividade alcançou seus objetivos, mesmo que a princípio 100% dos grupos e por consequência alguns alunos não tenham atingido os objetivos na primeira tentativa, no momento final, ou seja, na sistematização, os alunos compreenderam seus erros ou descobriram o motivo pelo qual não tiveram êxito em alguma etapa.

#### **7.4 Analisando a Avaliação da SEI**

No capítulo 4, foi discutida a organização de uma SEI, e mais especificamente no item 4.5 a avaliação de uma SEI, onde destacamos de acordo com Carvalho (2016) que esse tipo de avaliação não deve ser somativa, que assim como destacamos nas etapas acima, observando as discussões entre os alunos, quando eles levantavam hipóteses, como eles se expressaram em cada etapa anterior. Porém também é possível realizar uma avaliação tradicional, por isso para essa avaliação foi elaborado um pequeno teste, contendo 6 questões conceituais (Apêndice C).

Aqui será abordado especificamente a avaliação pós SEI, aplicada para 37 alunos da 3ª série do ensino médio. Para esta análise dividimos os resultados obtidos pelos alunos nos gráficos 01 e 02.

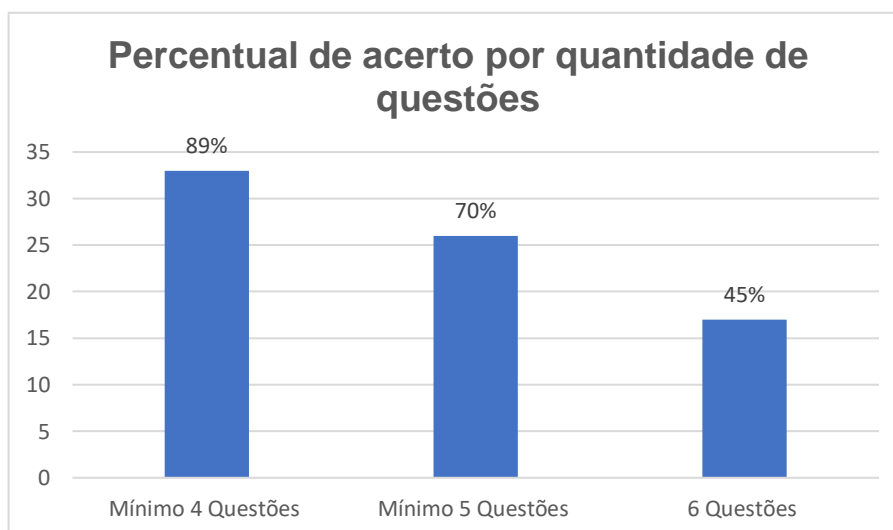
Gráfico 1: Percentual de acerto por questão.



Fonte: autor, 2019.

O gráfico 1 mostra que em todas as questões o índice de acertos foi maior que 70%, lembrando que todas as questões abordadas no teste são conceituais, relacionadas a lei de Faraday, lei de Lenz, corrente alternada e corrente contínua.

Gráfico 2: Percentual de acerto por quantidade de questões.



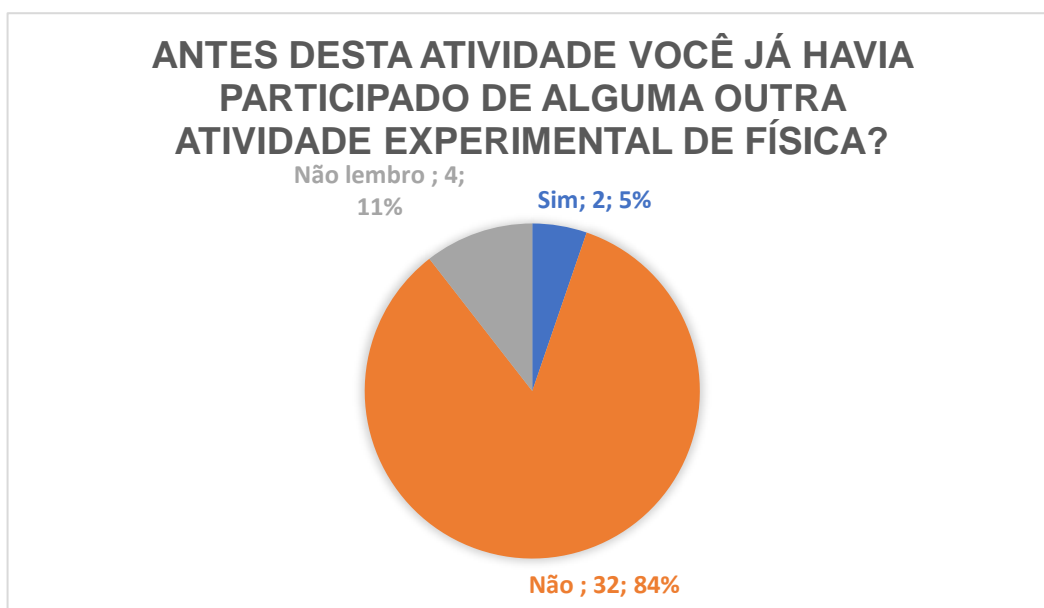
Fonte: Autor, 2019.

Analisando o gráfico acima é possível perceber que 89% dos alunos submetidos a esta avaliação acertaram pelo menos 4 questões, ou seja, 66,6% de acerto do teste o qual consideramos um bom número.

Para melhor compreensão dos resultados foi aplicado também aos alunos uma pesquisa de satisfação contendo 10 questões (conforme Apêndice D) em relação a metodologia empregada na pesquisa, onde em 8 delas temos perguntas objetivas e

em 2 o aluno pode deixar sugestões, propostas e/ou justificativas e os resultados são mostrados nos gráficos que seguem:

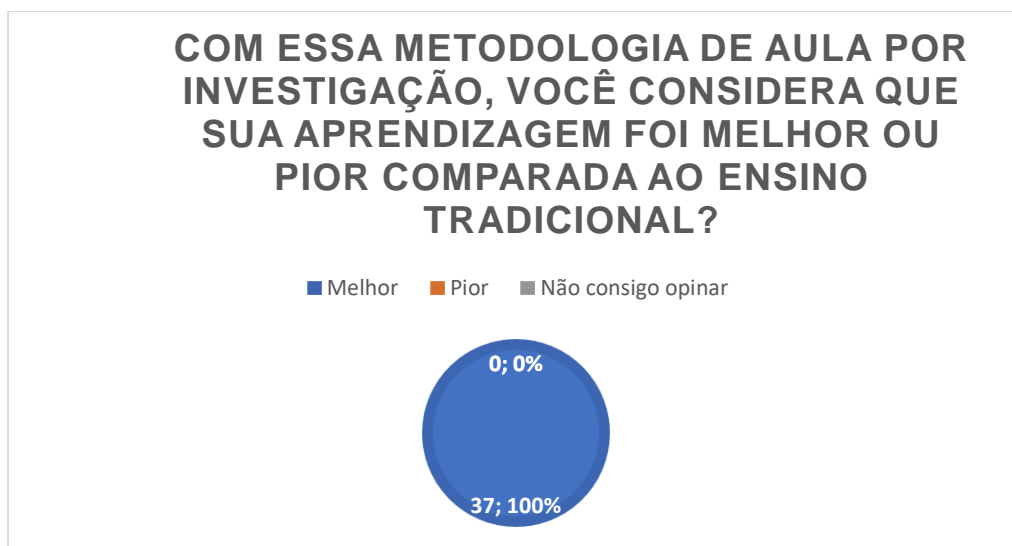
Gráfico 3: pergunta 01 do questionário de satisfação.



Fonte: Autor, 2019.

Através das respostas obtidas a partir da primeira pergunta é possível ter uma triste constatação, 84% dos estudantes submetidos a pesquisa não tiveram contato com atividades experimentais, e atividades experimentais na visão de Moura (2018) desenvolvem a motivação e o engajamento dos estudantes.

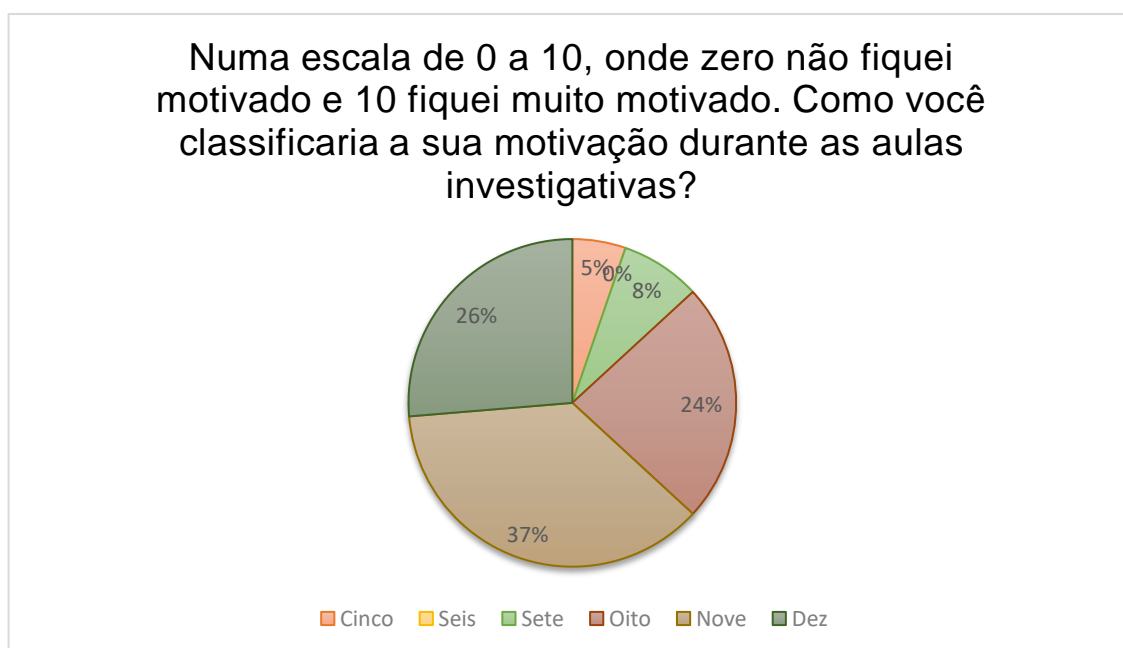
Gráfico 4: Pergunta 02 do questionário de satisfação.



Fonte: Autor, 2019.

Através da pergunta 02 aplicada aos alunos é possível notar que o próprio aluno não vê o ensino tradicional como o melhor método de aprendizagem, já que 100% dos alunos considera que através do ensino por investigação a aprendizagem é mais eficiente.

Gráfico 5: pergunta 03 do questionário de satisfação.

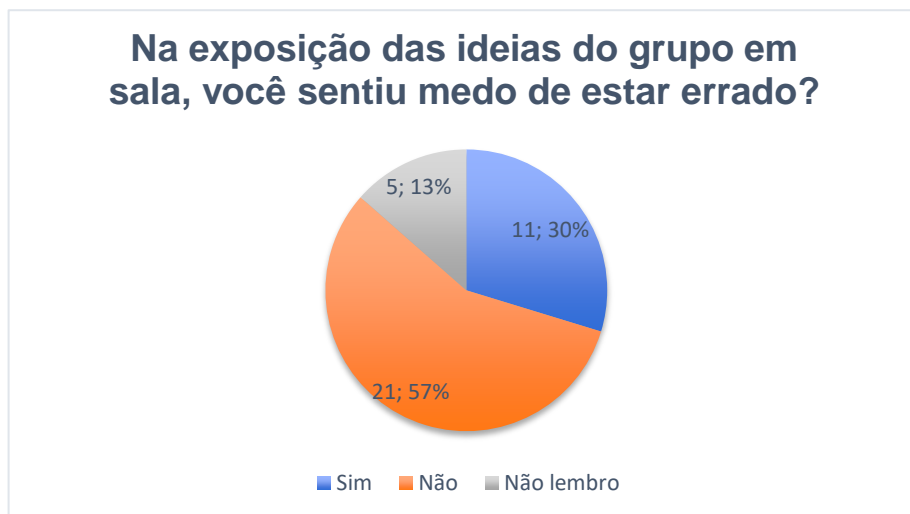


Fonte: Autor, 2019.

Analisando as 3 melhores notas possíveis (8,9 e 10), vemos que o somatório obtido nessas notas soma o percentual de 87%, logo podemos afirmar que a maior

parte dos estudantes se sentem motivados e aprovam esse método de ensino por investigação.

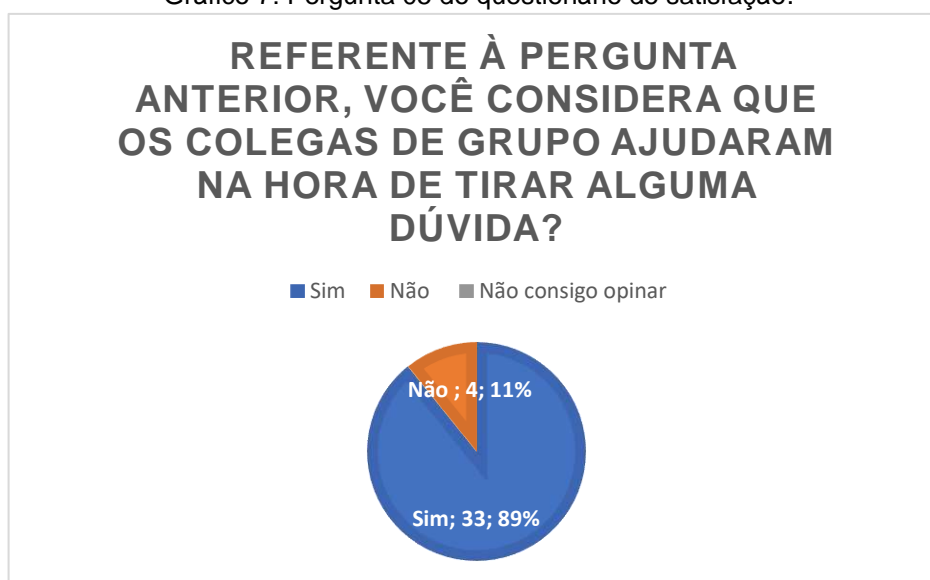
Gráfico 6: Pergunta 04 do questionário de satisfação.



Fonte: Autor, 2019.

O gráfico 6 revela que pelo menos 30% dos alunos ainda sentem medo de estar errado durante uma exposição de ideias em grupo, fatores como esse atrapalham a construção de conhecimentos e por consequência aprendizagem dos estudantes, e é o que afirma Vygotsky (1984), quando menciona que as mais elevadas funções emergem de processos sociais.

Gráfico 7: Pergunta 05 do questionário de satisfação.



Fonte: Autor, 2019.

No gráfico 7, podemos buscar alguma relação com o gráfico 6, já que 11% dizem que os colegas do grupo não ajudaram na hora de tirar dúvidas, o que pode estar relacionado com a pergunta anterior onde há 30% dos alunos se sentindo com medo de estar errado na hora de expor suas ideias.

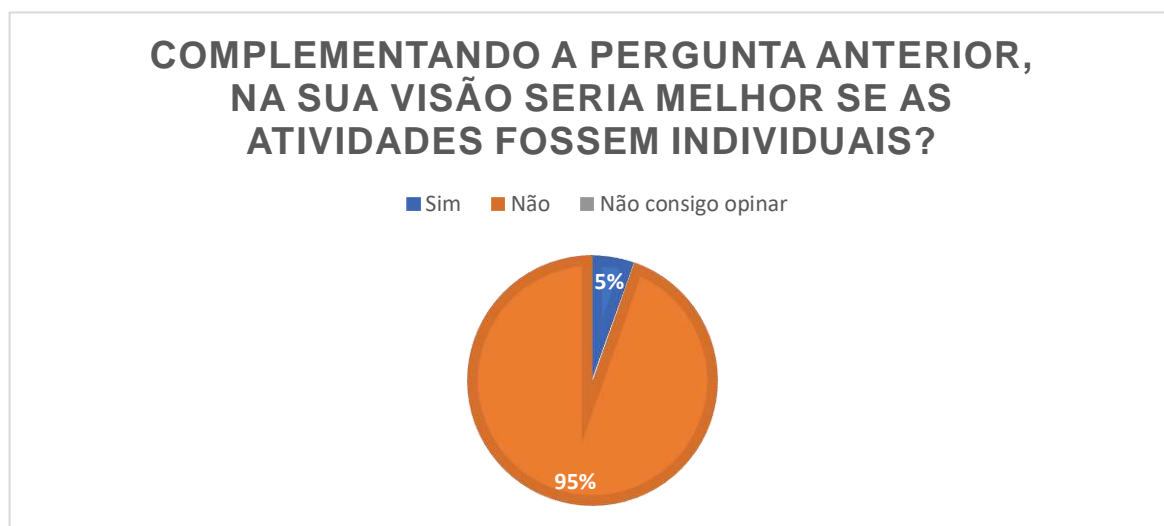
Gráfico 8: Pergunta 06 do questionário de satisfação.



Fonte: Autor, 2019.

Aqui vemos que 95% dos estudantes consideram que a atividade favoreceu a aprendizagem.

Gráfico 9: Pergunta 07 do questionário de satisfação.



Fonte: Autor, 2019.



Como complemento da pergunta 06, a pergunta 07 nos traz como resposta que 95 % dos estudantes preferem as atividades em grupo, da forma como foi aplicada.

Gráfico 10: Pergunta 08 do questionário de satisfação.



Fonte: Autor, 2019.

O gráfico 10 traz mais uma afirmação da aceitação do método por parte dos alunos, já que 97% deles desejam ter mais aulas com essa metodologia novamente, reafirmando o engajamento destacado por carvalho (2016).

Na pergunta 09 do questionário de satisfação, levamos ao aluno o seguinte questionamento: 'Você tem alguma sugestão para melhorar esta aula? E deixamos as sugestões opções para os alunos responderem:

Não

Sim, se sim o que você propõe?

Como respostas obtivemos que 34 alunos, ou seja, 91% dos alunos não tinham sugestões para melhorar a aula, porém 9% (3 alunos) deixaram suas sugestões:

“Proponho mais aulas desse tipo que nos capacita mais para o aprendizado” (Aluna 1, 18 anos).”

“Talvez uma maior distribuição de atividades experimentais”  
(Aluna 2, 18 anos).”

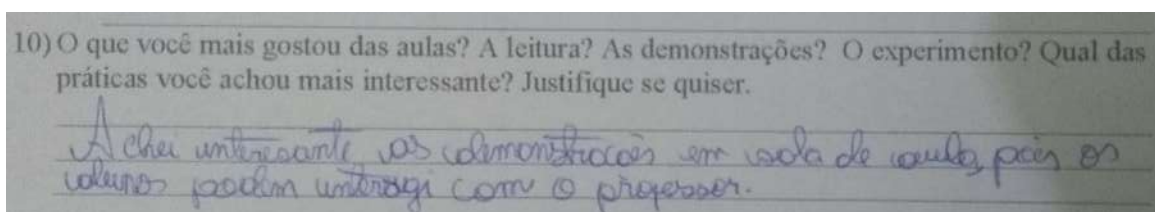
“Que tenhamos mais tempo para fazer todas as atividades”  
(Aluna 2, 17 anos).”

É possível notar, apesar do discurso de cada uma das alunas ser um pouco distinto que no fundo as três pedem por mais atividades, já que a Aluna 1 pede mais aulas com essa metodologia, Aluna 2, por sua vez acredita que seja necessário distribuir mais atividades, enquanto que a Aluna 3 defende mais tempo para tais atividades. Essas atividades se relacionam com as duas condições propostas por Piaget (1978), para o ensino e a aprendizagem escolar, que é a passagem da ação manipulativa para a ação intelectual e a importância da ação de seus atos nessas ações.

Em relação a décima e última pergunta realizada deixamos os alunos diante da seguinte pergunta: O que você mais gostou das aulas? A leitura? As demonstrações? O experimento? Qual das práticas você achou mais interessante? Justifique se quiser.

Como resposta a maior parte respondeu dizendo que gostou mais das demonstrações e dos experimentos, destacamos aqui algumas respostas de alunos que quiseram justificar suas respostas.

Figura 15: Justificativa do aluno 01, em relação ao que ele mais gostou na aula.

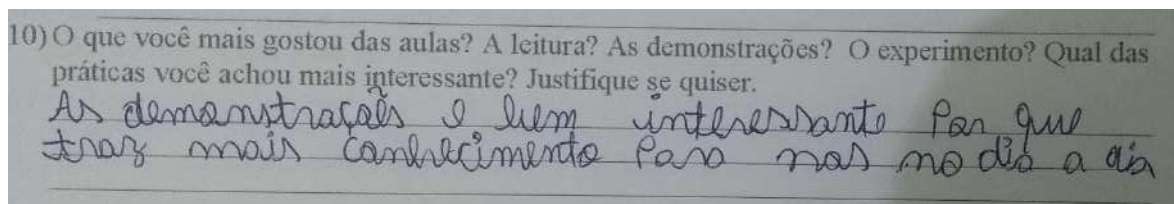


Fonte: Autor, 2019.

A justificativa do aluno 01, apesar de curta mostra a importância desse tipo de atividade investigativa, pois como defendido por Carvalho (2009), como uma das etapas da investigação é a discussão e formação de hipóteses, a atividade fortalece a interação aluno-aluno e aluno-professor, que é de grande valia para o processo de

ensino aprendizagem, além de reforçar as interações sociais como defende Vygotsky (1984).

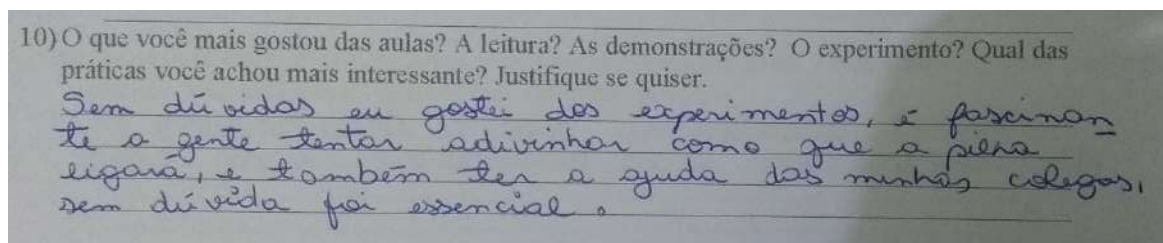
Figura 16: Justificativa do aluno 02, em relação ao que ele mais gostou na aula.



Fonte: Autor, 2019.

Já na justificativa do aluno 02, é possível notar que ele reconhece a importância de relacionar os conhecimentos com o nosso dia a dia, já que desde o início da atividade os problemas foram relacionados ao dia a dia dos estudantes, como defende Piaget (1976), onde ele destaca a importância de um problema para o início da construção do conhecimento.

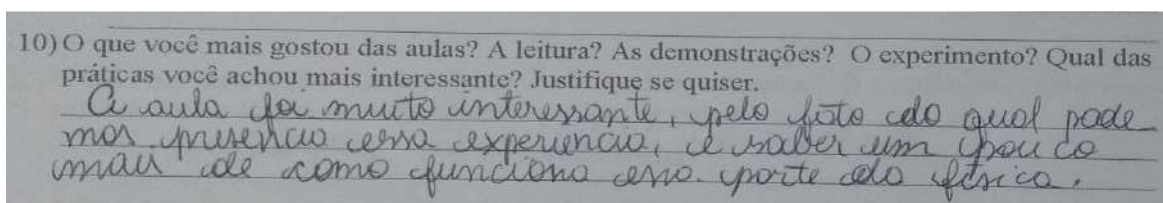
Figura 17: Justificativa da aluna 03, em relação ao que ela mais gostou na aula.



Fonte: Autor, 2019.

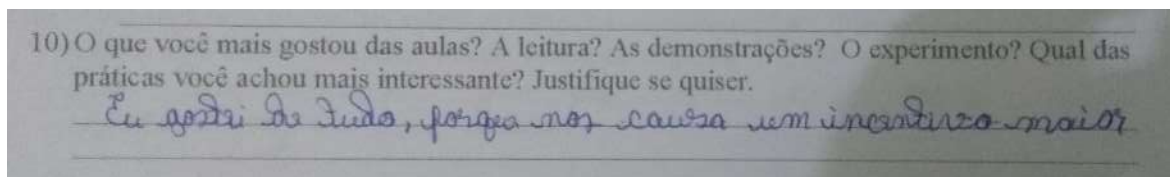
Nesse caso é possível notar através do discurso da aluna 03, que a mesma considera muito importante a ajuda das amigas na solução dos problemas, ou seja, na construção do conhecimento como defende Vygotsky (1984), quando defende que as mais elevadas funções mentais emergem de processos sociais, o que destaca a importância do trabalho em grupo e das discussões em sala de aula.

Figura 18: Justificativa do aluno 04, em relação ao que ele mais gostou na aula.



Fonte: Autor, 2019.

Figura 19: Justificativa do aluno 05, em relação ao que ele mais gostou na aula.



Fonte: Autor, 2019.

Através das figuras 9 e 10 é possível notar que os alunos 04 e 05 ficaram entusiasmados com a metodologia empregada, o que é muito importante, daí temos o início de uma mudança de postura tanto do aluno como do professor, essa mudança de postura permita ao professor trabalhar os conteúdos de forma mais ampla e dinâmica com a turma, fazendo com que o estudante saia da passividade e se torne o agente mais importante no processo de ensino e aprendizagem (AZEVEDO, 2009; MOURA 2018).

## 8. Considerações finais

Fazendo uma análise da metodologia aplicada do ponto de vista de Vygotsky e sua teoria sociointeracionista, assim como do ponto de vista de Piaget e sua teoria cognitivista e tendo em vista ainda que ambos concordam no ponto onde o conhecimento é construído a partir de um conhecimento anterior, sabendo ainda que outros autores como Carvalho (2016), Azevedo (2009), os PCN (BRASIL, 2002), além de Silva (2004), valorizam e destacam que é necessário mudar a postura tanto do aluno como a do professor em sala de aula, valorizar o conhecimento anterior dos indivíduos e ainda destacam as situações-problema para a construção do conhecimento, acreditamos que este trabalho tem potencial para contribuir com essas mudanças mencionadas dando mais autonomia e protagonismo aos alunos em sala de aula, fazendo assim que esses indivíduos se sintam importantes e ativos no processo de ensino e aprendizagem.

Analisando a investigação científica como ferramenta para o ensino de física no ensino médio, observamos que o professor tem papel fundamental nesse processo não só como mediador/orientador, mas também na etapa de planejamento da SEI, em seus detalhes, de modo a buscar e pensar formas de durante a aplicação tirar o aluno da passividade e colocá-lo como ser pensante durante o processo de ensino e

aprendizagem, para que o mesmo venha a obter êxito na resolução das situações-problema propostas.

Em relação as atividades desenvolvidas durante a SEI, evidenciamos que os alunos preferem as demonstrações e as atividades onde eles têm participação ativa, como por exemplo, laboratório aberto, esse tipo de atividade dá ao aluno o protagonismo e a autonomia que os indivíduos precisam para uma vida em sociedade.

Analisando os critérios de avaliação utilizados na SEI, é fácil concordar com Carvalho (2014), que defende formas diferentes de avaliação que não sejam somativa, pois durante a aplicação percebemos que é necessário também avaliar suas atitudes e essas atitudes logicamente são evidenciadas durante o processo, como discussões em grupo, perguntas a componentes do grupo assim como ao professor, proposição de hipóteses assim como suas validações ou refutações, dentre outras atitudes que precisam ser levadas em conta no processo de avaliação pelo professor. É importante destacar ainda, que o professor ao adotar essa metodologia precisa também se atentar a possíveis contratempos durante a aplicação, já que como o aluno passa a ser o protagonista no processo, algumas atividades podem exceder o tempo ou até mesmo os alunos terminarem determinada atividade antes do tempo previsto.

Através de gráficos, figuras e exposições de alunos expostas acima podemos evidenciar que esta pesquisa conseguiu bons resultados, além de alcançar os objetivos propostos no início deste trabalho.

Por fim, acreditamos que o ensino de física por investigação no ensino médio, é uma metodologia adequada para promover a melhora na qualidade do ensino de física em nosso país, pois ao mesmo tempo em que instiga estimula e incentiva a participação dos alunos, dá suporte para que esse mesmo aluno resolva as situações-problema propostas, melhorando ainda a relação professor-aluno, além de contribuir para a construção do conhecimento científico.

## Referências Bibliográficas

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: Problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (org). **Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning. 2009. cap. 2, p. 19-33.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Trad. De: Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 2013.

BARRETO, Vanici Pereira Martins. **Uma abordagem experimental física sobre freio magnético e corrente de Foucault**. 2016. 86 f. Dissertação (Mestrado) – Mestrado Nacional em Ensino de Física, universidade federal de Roraima, Roraima, Boa Vista, 2016.

BELLUCCO, Alex; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s.l.], v. 31, n. 1, p.30-59, 25 nov. 2013. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n1p30>.

BENDER, Willian N. **Aprendizagem Baseada Em Projetos: Educação Diferenciada - Para o Século XXI**. Porto Alegre: Penso, 2014.

BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313. 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN: Parâmetros Curriculares Nacionais - ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC. 1999.

**Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v.9, n.3, p. 291-313, 2002. BORRAJO, Thiago Balacó. **Atividades investigativas para o ensino de óptica geométrica**. 2017. 78 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física)

CARMO, Alex Bellucco do. **Argumentação matemática em aulas investigativas em Física**. 2015. 251 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Educação. Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

CARVALHO, A. M. P. et al. **Investigar e aprender ciencias**. São Paulo: Sarandi, 2011.

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, 2016. Cap. 1 p. 01-20.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). **Calor e temperatura: um ensino por investigação**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. 146 p.

DIAS, V. S; MARTINS, R. A. MICHAEL FARADAY: **O CAMINHO DA LIVRARIA À DESCOBERTA DA INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA**. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 3, p. 517-530, 2004. <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n3/14.pdf>

CARVALHO, A. M. P. (org). **Ensino de Ciências: Unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning. 2009. cap. 2, p. 19-33.

FARADAY, M. **Historical sketch of electro-magnetism**. *Annals of Philosophy*, v. 9, p. 107-117, 1822b.

FARADAY, M. **Historical sketch of electro-magnetism**. *Annals of Philosophy*, v. 2, p. 195-290, 1821a.

FARADAY, M. **Experimental researches in electricity**. New York: Dover, 1965. 3 v.

\_\_\_\_\_. **Electro-magnetic current**. *Quarterly Journal of Science*, v. 19, p. 338, 1825.

\_\_\_\_\_. **Historical statement respecting electro-magnetic rotation**. *Quarterly Journal of Science*, v. 15, p. 288-92, 1823.

\_\_\_\_\_. **Note on new electro-magnetical motions**. *Quarterly Journal of Science*, v. 12, p. 416-421, 1822a.

\_\_\_\_\_. **Historical sketch of electro-magnetism**. *Annals of Philosophy*, v. 9, p. 107-117, 1822b.

\_\_\_\_\_. **Historical sketch of electro-magnetism**. *Annals of Philosophy*, v. 2, p. 195-290, 1821a.

\_\_\_\_\_. **On some new electro-magnetical motions, and on the theory of magnetism**. *Quarterly Journal of Science*, v. 12, p. 74-96, 1821b.

\_\_\_\_\_. **Sur les mouvemens électro-magnétiques et la théorie du magnétisme**. *Annales de Chimie et de Physique*, Paris, v. 18, p. 377-70, 1821c.

\_\_\_\_\_. **Description of an electro-magnetical apparatus for the exhibition of rotary motion**. *Quarterly Journal of Science*, v. 12, p. 283-285, 1821d.

FERNANDES, E. F. **As dificuldades de compreender física dos alunos do ensino médio das escolas públicas de Iguatu – Ce**, 2016. Disponível em: <http://www.uece.br/fisicaiguatu/dmdocuments/8--Emerson%.pdf>. Acesso em: 17 set. 2019.

HEWITT, P. G. **Física conceitual**. Tradução de Treste Freire Ricci. 9ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

KELLER, J.; GETTYS, W. E.; SKOVE, M. J. **Física volume 2**. Tradução de Alfredo Alves de Farias. São Paulo: Makron Books, 1999.

LAWSON A. E. T. **Rex, the crater of doom, and the nature of scientific discovery**. Science & Education, v.13, p.155-177, 2004.

MARTINS, R. A. **Orsted e a descoberta do eletromagnetismo**. Cadernos de História e Filosofia da Ciência, Campinas, v. 10, p. 89-114, 1986.

MOURA, Fabio Andrade de. **ENSINO DE FÍSICA POR INVESTIGAÇÃO: Uma Proposta para o Ensino de Empuxo para alunos do Ensino Médio**. 2018. 98 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Física (PPGF), Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, 2018.

PASQUALETTO, Terrimar Ignácio; VEIT, Eliane Angela; ARAUJO, Ives Solano. **Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino de Física: uma Revisão da Literatura**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, [s.l.], v. 17, n. 2, p.551- 577, 31 ago. 2017. Revista Brasileira de Pesquisa em Educacao em Ciencia. <http://dx.doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2017172551>.

PIAGET, J. **A equilibração das estruturas cognitivas**. Rio de Janeiro: Zahar Editores: 1976.

PINTO, Marcelo Fonseca. **Da eletricidade nos séculos XVII e XVIII as leis eletroquímicas de Michael Faraday**. Dissertação. Juiz de Fora: UFJF-MG, 2018. 84f.

Ribeiro de Souza, Israel Maxson. **Proposta de Ensino Investigativo usando a Indução Eletromagnética e Piezoeletricidade Aplicados aos Sensores de Guitarras e Violões**. 2018. 150 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Física (PPGF), Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, 2018.

SASSERON, L. H.; A. M. P. CARVALHO. **Alfabetização Científica: uma revisão Bibliográfica**. Investigações em Ensino de Ciências – V16 (1), pp. 59-77, 2011.

SASSERON, L. H.; A. M. P. CARVALHO. **Ensino De Física Por Investigação: Referencial Teórico e as Pesquisas Sobre as Sequências de Ensino Investigativas**. Ensino Em Re-Vista, v.22, n.2, p.249-266, jul./dez. 2015

TANCREDI, R. M. S. P. **Refletindo e aprimorando a prática pedagógica**. São Carlos: UFSCar, 1998.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.



## **Apêndice A – Produto educacional: Sequência de ensino investigativa – SEI sobre a lei de Faraday**

### **Apresentação**

Esse produto educacional é fruto de um trabalho um elaborado como dissertação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, que é coordenado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Pará. O produto educacional apresentado traz uma proposta de uma Sequência de ensino Investigativa – SEI sobre o ensino da lei de Faraday para alunos do ensino médio.

A proposta apresentada se baseia em livros, artigos e dissertações que tratam sobre o assunto, visando uma melhora no processo de ensino e aprendizagem dentre outras coisas mudando a postura do aluno, fazendo com que este se torne o centro no processo, ou seja, o agente principal do processo investigativo, e o professor que sai do centro do processo e passa a assumir uma postura de mediador e/ou orientador.

As etapas desta SEI foram divididas em 5 etapas. A primeira delas é uma demonstração investigativa; a segunda é a leitura de textos; a terceira é um laboratório aberto; a quarta se trata da sistematização do conhecimento; e a quinta é a avaliação da SEI.

### **Conceituando as etapas da SEI**

Antes de apresentar a sequência didática desenvolvida é necessário compreender o conceito de cada etapa, pois dependendo de como é organizada um a SEI as etapas podem apresentar objetivos distintos.

Ao pesquisar sobre ensino de física e/ou de ciências por investigação, encontramos vários autores com bastante experiência, porém para este trabalho destacamos como principais referências Anna Maria Pessoa de Carvalho, Lúcia Helena Sasseron e Maria Cristina P. Stella de Azevedo.

Para melhor compreensão vamos analisar cada etapa desta SEI. Na etapa 01, demonstração investigativa, de acordo com Carvalho (2016), são problemas experimentais em que a ação é feita pelo professor. Ainda de acordo com a autora “o professor precisa de mais autocontrole, na etapa de *resolução do problema*, para não

ir resolvendo-o antes de fazer perguntas do tipo: ‘como vocês acham que eu devo fazer?’ De modo a dar tempo para os alunos levantarem hipóteses que então serão testadas pelas mãos do professor.”

É importante destacar também que na demonstração investigativa os alunos tenham a oportunidade de individualmente expressarem o que aprenderam por meio de trabalhos escritos e/ou desenhado, por exemplo.

Para Moura (2018), não é correto imaginar que apenas seguindo um roteiro experimental durante uma atividade levará o aluno a construir todos os conceitos científicos que envolve a teoria relacionada a atividade experimental.

Na etapa 02, leitura de textos, Carvalho (2014) destaca que esse problema pode ser introduzido através de charge, figura, texto, aparato experimental.

Assim é possível introduzir o conteúdo desejado, fazendo com que os alunos possam fazer a leitura em grupos, dando um tempo para que os mesmos possam fazer uma discussão em grupo, que façam ainda a anotação dos principais pontos para uma posterior discussão em grupo sobre seus entendimentos, pontos relevantes, possíveis relações com o dia a dia, desenvolvendo assim o diálogo, a argumentação, o levantamento de hipóteses, assim como defendem Azevedo (2009), Carmo (2015) e Bellucco (2013).

Carvalho (2014) defende ainda que no momento da discussão do texto, o professor deve atuar como um mediador e questionador levantando questões problematizadoras, afim de estimular a argumentação a autora defende ainda que esse é um bom momento para refletir sobre a importância da física na sociedade.

Na etapa 03, laboratório aberto, essa prática conceituada laboratório aberto é uma aula experimental, onde os alunos são os responsáveis pela solução de um problema proposto, essa é a visão de Azevedo (2009). Nas palavras de Carvalho (2014), essa prática “propõe uma investigação experimental por meio da qual se pretende que os alunos, em grupo, resolvam um problema”. Assim, podemos afirmar que o laboratório aberto tem como finalidade a resolução de um problema a partir dos alunos, por meio de uma atividade experimental.

Quando tratamos de atividades em laboratório podemos observar que “o trabalho no laboratório pode ser organizado de diversas maneiras, desde demonstrações até atividades prático-experimentais dirigidas diretamente pelo professor ou indiretamente, através de um roteiro. Todas podem ser úteis, dependendo dos objetivos que o professor pretende com a realização das atividades propostas. Uma alternativa que temos defendido há mais de uma década, e mais recentemente temos investigado e utilizado com nossos alunos, consiste em estruturar as atividades de laboratório como investigações ou problemas práticos mais abertos, que os alunos devem resolver sem a direção imposta por um roteiro fortemente estruturado ou por instruções verbais do professor.” (Borges, 2002, p.303).

Na etapa 04, sistematização do conhecimento, pode ser feita em cada uma das etapas da SEI, pelo aluno assim como pelo professor. Para Moura (2018), a sistematização do conhecimento no ensino por investigação pode ser compreendida como um ou vários momentos relevantes que proporcionam aos alunos a consolidação da aprendizagem ao enfrentar as etapas da SEI.

Carvalho (2016) ao compreender que a sistematização dos conhecimentos nas etapas de Demonstração Investigativa, Problemas Abertos, Laboratório Aberto ou em atividades que requer o uso da experimentação pode ser realizado através de um debate organizado pelo professor em sala. Os autores afirmam que o papel do educador nesse momento é muito importante, pois ele deve buscar a participação dos alunos, levando-os a tomar consciência de suas ações por meio de perguntas.

Por fim, temos a etapa 05, avaliação, em relação ao processo de avaliação de uma SEI, Carvalho (2016) defende que essa não deve ter caráter somativo, mas sim, uma avaliação com caráter formativo, onde tanto professor como alunos possam ou não estar aprendendo.

Os conteúdos processuais e atitudinais não são tão comuns de serem avaliados na escola, mas nas SEIs essas avaliações se tornam importantes, pois eles fazem parte integrante do ensino de Ciências como investigação e precisam ser ressaltados pelos professores para os alunos (Carvalho, 2016, p. 18 e19).

Outra forma de avaliação conceitual destacada ainda por Carvalho (2016), nesse caso mais tradicional e ocorre ao final de cada SEI, neste caso organiza-se um questionário destacando os pontos importantes desenvolvidos durante a atividade.

### **A sequência de ensino investigativa**

O foco desse trabalho é o ensino de uma parte específica do eletromagnetismo, a lei de Faraday, envolvendo para isso conceitos relacionados a lei de Ampère, conceito de corrente elétrica e voltagem. Para obtenção de tais objetivos foi planejada esta sequência de ensino investigativa – SEI, que foi dividida em 5 etapas.

### **Introdução e planejamento da SEI**

Temos como título: Sequência de ensino investigativa – SEI sobre a lei de Faraday, esta sequência didática foi elaborada pensando na experiência eu o aluno terá em contato com os fenômenos físicos envolvidos, além de fazer a relação com os mesmos fenômenos em seu dia a dia e sua relevância, de modo que esses fenômenos possam ser abordados em grupos pelos alunos, fazendo com que os alunos possam, observar, discutir, levantar hipóteses afim de solucionar as situações problema em cada etapa desta SEI. Essas atividades planejadas irão propiciar aos alunos compreender conceito relacionados ao eletromagnetismo, especificamente ao experimento e lei de Ampère, a corrente elétrica, a voltagem e por fim a lei de Faraday.

Partindo dessas informações, destacamos alguns pontos, como por exemplo, objetivo, público-alvo, número de aulas, conteúdo abordado e o cronograma.

**Objetivo:** permitir que os alunos compreendam os conteúdos abordados, de modo que eles possam conseguir associar a situações do seu dia a dia.

**Público-alvo:** alunos do ensino médio

**Número de aula:** 04 (quatro) horas aula

**Conteúdo abordado:** corrente elétrica, o experimento e a lei de Ampère, voltagem e a lei de Faraday.

**Cronograma de aplicação:**

<b>Etapas da SEI</b>	<b>Atividades desenvolvidas</b>	<b>Duração</b>
<b>Demonstração investigativa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação do problema;</li> <li>• Demonstração da lei de Faraday;</li> <li>• Debate em grupo sobre a demonstração investigativa;</li> <li>• Sistematização da atividade.</li> </ul>	<b>1 aula</b>
<b>Leitura de textos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação do problema;</li> <li>• Leitura de texto sobre a história do eletromagnetismo;</li> <li>• Leitura de texto sobre a Lei de Faraday;</li> <li>• Debate em grupos;</li> <li>• Sistematização do conhecimento.</li> </ul>	<b>1 aula</b>
<b>Laboratório aberto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação do problema a ser resolvido de forma experimental;</li> <li>• Debate em grupo;</li> <li>• Sistematização do problema pelos grupos de forma escrita.</li> </ul>	<b>1 aula</b>
<b>Sistematização do conhecimento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistematização de toda atividade feita pelos alunos de forma escrita, através de questionamentos;</li> <li>• Sistematização feita pelo professor.</li> </ul>	<b>0,5 aula</b>
<b>Avaliação</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicação do questionário de satisfação;</li> <li>• Avaliação ao fim da SEI, com questões objetivas conceituais.</li> </ul>	<b>0,5 aula</b>

## **Etapas da SEI**

### **1) Demonstração investigativa**

**Situação-problema:** Você já deve ter observado que atualmente quase tudo em nossa volta depende de energia elétrica, porém você sabe como a energia elétrica

é gerada? Você já se fez essa pergunta? Ao observar a demonstração feita pelo professor, quais os elementos envolvidos além dos LEDs e cano pvc?

**Conteúdo físico:** Lei de Faraday (indução eletromagnética)

**Objetivo:** Instigar, aguçar a curiosidade do aluno em relação ao assunto a ser abordado, promovendo a argumentação entre os componentes de cada grupo assim como a troca de opiniões com os demais grupos e com o professor, afim de levantar hipóteses de como é gerada a energia elétrica.

**Procedimentos metodológicos:** Ao iniciar a aula a turma é dividida em grupos (até cinco), na sequência é apresentada a turma a o tema geral da SEI. Logo em seguida os alunos são abordados com os questionamentos sobre a origem da energia elétrica, como por exemplo, em usinas hidrelétricas, eólicas, termoelétricas, deixando claro que o que iremos discutir não contempla a forma como é gerada a energia solar através de placas fotovoltaicas.

**Recursos:** Bobinas, LED's, ímãs de neodímio.

**Avaliação:** A avaliação da SEI ocorrerá durante a aplicação de cada etapa, através da observação do professor buscando identificar os momentos de aprendizagem atitudinal, processual e procedimental, já que nesta etapa é esperado que o aluno argumente em grupo, entre os grupos e com o professor. E ao final da aplicação de todas as etapas, através dum um questionário envolvendo questões conceituais.

## 2) Leitura de texto

**Situação-problema:** Durante alguma reportagem na televisão ou em algum vídeo na internet, por exemplo, você já teve alguma informação sobre como é produzida a energia elétrica em algum tipo de usina como a hidrelétrica, eólica, termoelétrica? O que há nessas usinas em especial para produzir energia? E quem inventou ou descobriu essa tecnologia? É algo recente? Quais outras tecnologias funcionam a partir do mesmo princípio?

**Objetivo:** Mostrar através da leitura de textos, momentos históricos e o desenvolvimento da Lei de Faraday, assim como as características da lei mencionada anteriormente e a equação matemática que resume a lei da indução (Lei de Faraday).

**Conteúdo físico:** Magnetismo, corrente elétrica, voltagem, lei de Faraday

**Procedimentos metodológicos:** No início da aula é entregue aos grupos um texto sobre os aspectos históricos da vida de Faraday e como ele desenvolveu a sua lei, até o desenvolvimento da fórmula matemática que resume a lei.

**Recursos:** Texto 1 e texto 2

**Avaliação:** Nessa etapa espera-se que o aluno compreenda o contexto histórico em que Faraday se encontrava, suas motivações, dificuldades, até a obtenção de sua lei, assim como os aspectos para obtenção da corrente elétrica induzida.

### 3) Laboratório aberto

**Situação – problema 1:** Estudamos através do texto anterior o contexto histórico, a biografia de Faraday e os aspectos da indução eletromagnética e o experimento de Oersted, nessa etapa vocês terão a oportunidade de manipular os experimentos e perceber as situações onde os LED's acendem, ou seja, onde há indução eletromagnética, assim como as situações onde a indução não ocorre, sendo assim faça a manipulação dos elementos, faça a discussão com os colegas e entre os grupos e faça suas anotações.

**Situação – problema 2:** Sem a ajuda do professor e sem o auxílio dos ímãs, somente com a bateria, bobinas e LED's, sem conectá-los diretamente a bateria (até porque os LED's queimariam), vocês conseguem acender os LED's?

**Conteúdo físico:** Magnetismo, fluxo magnético, corrente elétrica, Voltagem, Lei de Faraday

**Objetivo:** Compreender a lei de Faraday, ou seja, as situações onde ocorre a indução eletromagnética, perceber a corrente elétrica produzindo um campo magnético e esse mesmo campo magnético produzir novamente uma corrente elétrica.

**Procedimentos metodológicos:** Ao fim da discussão do texto na etapa anterior, o professor entrega aos grupos os kits experimentais contendo uma bobina, 2 LED's, e ímãs de neodímio. Na sequência o professor passa para os grupos os desafios, através da situação problema, o que deverá ser executado por todos os

grupos, ao finalizar as observações e análises os alunos terão que discutir com os componentes do grupo e com os demais alunos da turma. Após essa discussão o professor irá perguntar a turma, quais as situações onde ocorre indução e onde não ocorre, para no fim sistematizar a lei de Faraday.

**Recursos:** Bobinas, LED's, ímãs de neodímio e bateria de 9 volts.

**Avaliação:** Se dá através da análise das respostas apresentadas a situação problema. Com essa etapa espera-se que os estudantes consigam chegar a compreender o que é o fluxo magnético, como ele pode ser variado em relação ao tempo e que o campo gerado na espira é oposto ao do ímã de neodímio.

#### **4) Sistematização do conhecimento**

Para essa última etapa da SEI, tem o objetivo de fazer um apanhado geral dos conceitos vistos nas etapas anteriores, sintetizando da forma mais simples possível, afim de promover o melhor entendimento possível dos alunos, para cumprir esse objetivo essa etapa é feita em dois momentos.

Em um primeiro momento os alunos são estimulados a fazer suas próprias sistematizações através de discussão em sala com os demais grupos.

Após essa discussão o professor faz sua intervenção sistematizando toda atividade abordando todo o processo e fazendo alguma correção se necessário.

Ao fim dessa sistematização, o professor fará uma atividade individual, uma atividade que irá abordar os assuntos estudados, questões qualitativas objetivas. Além de um questionário de satisfação sobre a nova metodologia empregada.

#### **5) Avaliação**

A avaliação será feita em dois momentos, durante a aplicação através da observação e registro pelo professor das atitudes, comportamentos, falas, respostas escritas, domínio da linguagem científica, essas observações irão dar suporte para que seja feita a avaliação em relação aos processos de aprendizagem processuais e atitudinais.

Após a aplicação da SEI será feita uma avaliação mais tradicional, a partir da aplicação de questões conceituais, abordando os principais pontos que foram desenvolvidos durante a SEI. Essas questões objetivas algumas elaboradas pelo



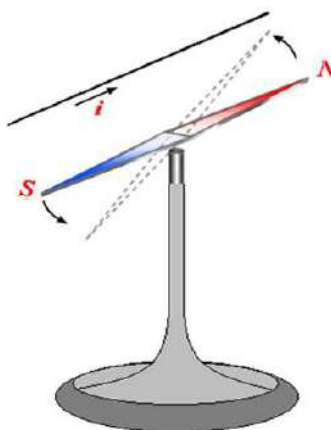
professor outras retiradas de questões de vestibulares de algumas instituições brasileiras.

## Apêndice B – Textos sobre eletromagnetismo

### Texto 01: A História do Eletromagnetismo

A origem exata do magnetismo ainda é um grande mistério. Uma lenda diz que um pastor de ovelhas da Grécia Antiga, fez a primeira observação das propriedades magnéticas de uma pedra, chamada de magnetita. Diz a lenda, que o pastor possuía um cajado com a ponta de ferro, e cada vez em que era encostado na pedra, seu cajado ficava preso por uma força inexplicável.

O nascimento do eletromagnetismo se deu no século XIX, com a clássica experiência do físico dinamarquês Hans Christian Oersted (1771-1851). Em 1820, ele verificou que, ao colocar uma bússola sob um fio onde passava uma corrente elétrica, verificava-se um desvio na agulha dessa bússola. A partir dessa experiência Oersted estabeleceu uma relação entre as propriedades elétricas e magnéticas, dando origem ao eletromagnetismo.



<https://brasilescola.uol.com.br/fisica/experimento-Oersted.htm>

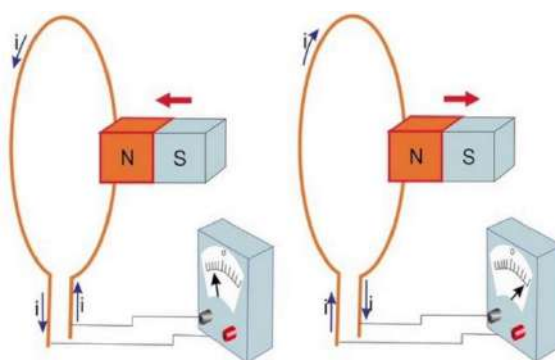
Michael Faraday (1791-1867), cientista autodidata inglês, deu sua grande contribuição ao eletromagnetismo com a descoberta da indução eletromagnética, fundamental para o surgimento dos motores mecânicos de eletricidade e os transformadores.

Adaptado de: CAVALCANTE, Kleber G. "A história do eletromagnetismo"; *Brasil*

*Escola*. Disponível em < <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/a-historia-eletromagnetismo.htm> >. Acesso em 13 de novembro de 2019.

## Texto 02: Lei de Faraday, o que é, contexto histórico e contribuições à humanidade

Pela Lei de Faraday, quando tiver uma variação do fluxo magnético por meio de um circuito, aparecerá ali uma força eletromotriz induzida.



A Lei de Faraday dispõe que quando ocorrer uma variação em campo magnético, via circuito elétrico, ocorrerá uma força eletromotriz. Também chamada de Lei da Indução de Faraday, assim como Lei da Indução Eletromagnética.

Essa é uma lei essencial do Eletromagnetismo, posto que de seu estudo se criou os dínamos. Além disso, a partir dela foi possível a produção de energia elétrica em larga escala.

Nas usinas em que se gera energia elétrica, a variação do fluxo magnético se dá através da energia mecânica. É assim que nasce no gerador uma corrente induzida.

### Contexto Histórico

Michael Faraday, em 1831, descobriu a indução eletromagnética e publicou pela primeira vez os resultados dos experimentos sobre o assunto.

Em 29 de agosto de 1831 ele realizou a pioneira demonstração experimental da indução eletromagnética. Ele uniu dois fios em lados opostos de um anel de ferro, sendo que um conectou a um galvanômetro e o outro, a uma bateria.

Uma corrente elétrica então passou de um lado ao outro, conquanto ele a denominou de onda de eletricidade.

Faraday se valeu da teoria de suas linhas de força para explicar a indução eletromagnética. No Eletromagnetismo, linha de força é a linha imaginária curva que tem uma tangente direciona o campo elétrico num ponto.

A Lei de Faraday estabelece que, quando acontecer a variação do fluxo magnético por um circuito, vai surgir nele uma força eletromotriz induzida. Essa lei estipulou as bases para a produção em grande escala da energia elétrica. Portanto

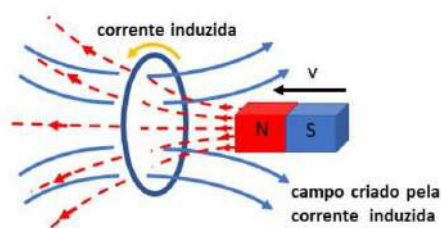
seus estudos foram fundamentais para que a humanidade chegasse ao estágio evolutivo atual.

### A fórmula da Lei de Faraday

Foi o físico alemão Franz Ernst Neumann quem criou a fórmula matemática da Lei de Faraday, posto que até hoje é usada. Ele a concebeu como:

$$\mathcal{E} = - \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

$\mathcal{E}$  é a força eletromotriz induzida  
 $|\Delta\Phi|$  é a variação fluxo magnético  
 $\Delta t$  é o intervalo de tempo

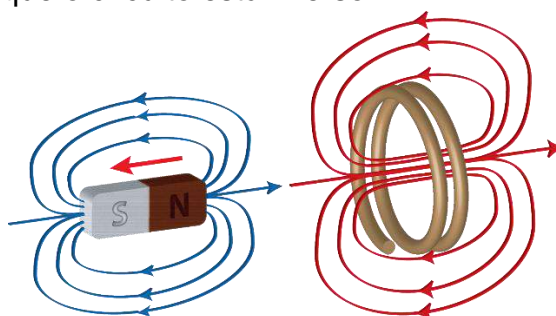


### A Lei de Lenz

Encontramos a intensidade da corrente induzida se determinarmos o valor da “fem” induzida dentro de um circuito. E é com a Lei de Faraday que isso se torna possível. Só que a corrente induzida tem sentidos diferentes de acordo com a variação do fluxo magnético.

Para consertar isso, em 1834 o físico russo Heinrich Lenz criou uma regra, posto que desejava estipular o sentido da corrente induzida. Para seus experimentos a base foi a Lei de Faraday, conquanto tenha chegado a uma conclusão interessante. Lenz estabeleceu que o sentido do campo magnético que a corrente induzida produziu é o oposto da variação do fluxo magnético.

Dessa forma, se o fluxo magnético cresce, surge no circuito certa corrente induzida criadora de um campo magnético induzido. Este será em sentido oposto ao do campo magnético em que o circuito está imerso.



Na imagem acima vemos um ímã que se aproxima de uma espira. Tal aproximação produz um aumento, no intervalo de tempo, do fluxo magnético pela espira.

Fonte: <https://conhecimentocientifico.r7.com/lei-de-faraday/>. Acesso em 13 de novembro de 2019.

## Apêndice C – Teste proposto aos alunos com questões conceituais

**1) (UCS-RS)** A Costa Rica, em 2015, chegou muito próximo de gerar 100% de sua energia elétrica a partir de fontes renováveis, como a hídrica, a eólica e a geotérmica. A lei da Física que permite a construção de geradores que transformam outras formas de energia em energia elétrica é a Lei de Faraday, que pode ser mais bem definida pela seguinte declaração:

- a) Toda carga elétrica produz um campo elétrico com direção radial, cujo sentido independe do sinal dessa carga.
- b) Toda corrente elétrica, em um fio condutor, produz um campo magnético com direção radial ao fio.
- c) Uma carga elétrica, em repouso, imersa em um campo magnético sofre uma força centrípeta.
- d) A força eletromotriz induzida em uma espira é proporcional à taxa de variação do fluxo magnético em relação ao tempo gasto para realizar essa variação.
- e) Toda onda eletromagnética torna-se onda mecânica quando passa de um meio mais denso para um menos denso.

**2)** Analise as afirmações abaixo e assinale a alternativa **incorreta** em relação à lei de Faraday-Lenz:

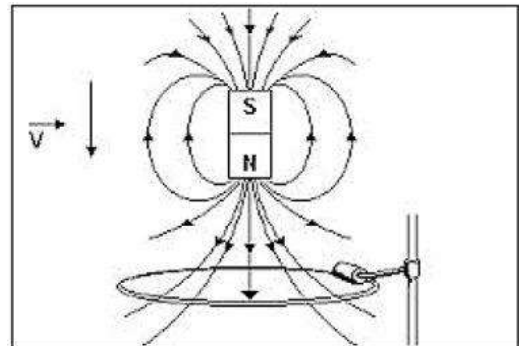
- a) Ao aproximarmos um ímã de um material condutor, induziremos sobre ele uma corrente elétrica.
- b) Uma mudança no fluxo de campo magnético sobre um condutor produz neste uma corrente elétrica cujo campo magnético opõe-se à variação do fluxo de campo magnético externo.
- c) Uma mudança no fluxo de campo magnético sobre um condutor produz neste uma corrente elétrica cujo campo magnético favorece a variação do fluxo de campo magnético externo.
- d) Se a velocidade relativa entre uma fonte de campo magnético e um condutor for nula, não haverá formação de corrente elétrica neste.
- e) Mantendo-se constante o fluxo de campo magnético sobre um condutor, não haverá formação de corrente elétrica neste

**3)** Assinale a alternativa correta a respeito da lei de Lenz:

- a) Por meio da lei de Lenz, determinamos a intensidade da força eletromotriz induzida em um condutor.
- b) A lei de Lenz relaciona a variação temporal do fluxo do campo magnético com a intensidade da força eletromotriz induzida em um condutor.
- c) A lei de Lenz afirma que o sentido da corrente elétrica induzida em um circuito ou condutor é tal que o campo magnético por ela produzido sempre irá opor-se às variações de campos magnéticos externos.
- d) A lei de Lenz afirma que o sentido da corrente elétrica induzida sobre um circuito ou condutor é tal que o campo magnético por ela produzido será favorável às variações de campos magnéticos externos.
- e) Por meio da lei de Lenz, podemos calcular o módulo da corrente elétrica induzida em um circuito ou condutor.

**4) (IF-GO)** O polo norte de um ímã aproxima-se de uma espira circular, conforme a ilustração a seguir:

Considerando apenas as interações de caráter eletromagnético entre o ímã e a espira, é **correto** afirmar que haverá:



- a) atração entre eles e será gerada uma corrente induzida no sentido horário para um observador que esteja acima do plano da espira.
- b) repulsão entre eles e será gerada uma corrente induzida no sentido horário para um observador que esteja acima do plano da espira.
- c) atração entre eles e será gerada uma corrente induzida no sentido anti-horário para um observador que esteja acima do plano da espira.
- d) repulsão entre eles e será gerada uma corrente induzida no sentido anti-horário para um observador que esteja acima do plano da espira.
- e) atração entre eles e não haverá corrente induzida na espira

**5) (UNIFESP-SP)** A foto mostra uma lanterna sem pilhas, recentemente lançada no mercado. Ela funciona transformando em energia elétrica a energia cinética que lhe é fornecida pelo usuário - para isso ele deve agitá-la fortemente na direção do seu comprimento. Como o interior dessa lanterna é visível, pode-se ver como funciona: ao agitá-la, o



usuário faz um ímã cilíndrico atravessar uma bobina para frente e para trás. O movimento do ímã através da bobina faz aparecer nela uma corrente induzida que percorre e acende a lâmpada.

O princípio físico em que se baseia essa lanterna e a corrente induzida na bobina são, respectivamente:

- a) indução eletromagnética; corrente alternada.
- b) indução eletromagnética; corrente contínua.
- c) lei de Coulomb; corrente contínua.
- d) lei de Coulomb; corrente alternada.
- e) lei de Ampere; correntes alternada ou contínua podem ser induzidas.

**6)** Dentre as alternativas abaixo qual delas **não** ajuda a potencializar a força eletromotriz produzida pela indução eletromagnética:

- a) aumentar o número de espiras da bobina.
- b) aumentar a intensidade do campo magnético do ímã que interage com a bobina.
- c) aumentar a velocidade de oscilação entre o ímã e a bobina.
- d) Aumentar a distância entre a bobina e ao ímã no momento da interação eletromagnética.

## Apêndice D – Questionário de satisfação sobre as atividades investigativas

- 1) Antes desta atividade você já havia participado de alguma outra atividade experimental de física?
  - a) Sim
  - b) Não
  - c) Não lembro
- 2) Com essa metodologia de aula por investigação, você considera que sua aprendizagem foi melhor ou pior comparada ao ensino tradicional?
  - a) Melhor
  - b) Pior
  - c) Não consigo opinar
- 3) Numa escala de 0 a 10, onde zero não fiquei motivado e 10 fiquei muito motivado. Como você classificaria a sua motivação durante as aulas investigativas?

a) 0	g) 6
b) 1	h) 7
c) 2	i) 8
d) 3	j) 9
e) 4	k) 10
f) 5	
- 4) Na exposição das ideias do grupo em sala, você sentiu medo de estar errado?
  - a) Sim
  - b) Não
  - c) Não consigo opinar
- 5) Referente à pergunta anterior, você considera que os colegas de grupo ajudaram na hora de tirar alguma dúvida?
  - a) Sim
  - b) Não
  - c) Não consigo opinar
- 6) Na sua opinião, você acredita que a atividade realizada em grupo favoreceu a aprendizagem?
  - a) Sim
  - b) Não
  - c) Não consigo opinar



- 7) Complementando a pergunta anterior, na sua visão seria melhor se as atividades fossem individuais?
- a) Sim
  - b) Não
  - c) Não consigo opinar
- 8) Você gostaria de ter mais aulas com essa metodologia?
- a) Sim
  - b) Não
  - c) Não consigo opinar
- 9) Você tem alguma sugestão para melhorar esta aula?
- a) Não
  - b) Sim, se sim o que você propõe?

---

---

---

- 10) O que você mais gostou das aulas? A leitura? As demonstrações? O experimento? Qual das práticas você achou mais interessante? Justifique se quiser.

---

---

---