



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS  
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

WÊNIO DA SILVA CASTRO

USO DE HISTÓRIA EM QUADRINHO (HQ) VINCULADA À SEQUÊNCIA DIDÁTICA  
PARA O ENSINO DE TÓPICOS DO ELETROMAGNETISMO

Dissertação de Mestrado apresentada  
ao Programa de Pós-Graduação em  
Ensino de Física no Curso de Mestrado  
Profissional em Ensino de Física  
(MNPEF UFT - Polo 61) para obtenção  
do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora:  
Dra. Pâmella Gonçalves Barreto Troncão  
Co-orientadora:  
Dra. Érica Cupertino Gomes

Araguaína, TO  
Julho de 2022

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins**

---

C355u Castro, Wênio da Silva.  
    Uso de História em Quadrinho (HQ) vinculada à Sequência Didática para o ensino de tópicos de Eletromagnetismo. / Wênio da Silva Castro. – Araguaína, TO, 2022.  
    149 f.  
  
    Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) Profissional Nacional em Ensino de Física, 2022.  
    Orientadora : Pâmella Gonçalves Barreto Tronção  
    Coorientadora : Érica Cupertino Gomes  
  
    1. Eletromagnetismo. 2. Ensino de Física . 3. Sequência Didática.  
    4. Título. I. Título

**CDD 530**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).**

WÊNIO DA SILVA CASTRO

USO DE HISTÓRIA EM QUADRINHO (HQ) VINCULADA À SEQUÊNCIA  
DIDÁTICA PARA O ENSINO DE TÓPICOS DO ELETROMAGNETISMO


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

Orientadora: Dra. Pâmella Gonçalves Barreto Troncão

Coorientadora: Dra. Érica Cupertino Gomes

Data da aprovação: 18/07/2022


BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente  
 PAMELLA GONCALVES BARRETO TRONCAO  
Data: 18/07/2022 17:51:50-0300  
Verifique em <https://verificador.itl.br>

---

Dra. Pâmella Gonçalves Barreto Troncão (UFNT – MNPEF)


Participação por videoconferência

Documento assinado digitalmente  
 RUBENS SILVA  
Data: 19/07/2022 10:31:45-0300  
Verifique em <https://verificador.itl.br>

---

Dr. Rubens Silva (UFPA – MNPEF)

Participação por videoconferência

Documento assinado digitalmente  
 REGINA LELIS DE SOUSA  
Data: 18/07/2022 18:02:56-0300  
Verifique em <https://verificador.itl.br>

---

Dra. Regina Lélis de Sousa (UFNT – MNPEF)

Participação por videoconferência

## DEDICATÓRIA

À minha mãe, Maria Diná, que me deu a vida com amor. Ao meu pai, José Luiz, que me incentivou nessa jornada. Aos meus irmãos, Haiany e Weglis, que me deram apoio e alegria nos momentos de dificuldades. Ao meu sobrinho Bernardo e as minhas digníssimas damas Alana Cruz e sua pequena Catarina Marie.

## AGRADECIMENTOS

- ✓ Agradeço à Deus por tudo que ele criou.
- ✓ À minha família pelo apoio que me proporcionou durante todos os momentos da minha vida.
- ✓ A professora Dra. Pâmella Gonçalves Barreto Troncão, pela oportunidade concedida, pelo seu empenho e dedicação, proporcionando experiências gratificantes para minha formação.
- ✓ A professora Dra. Érica Cupertino Gomes, pela sua simplicidade em ter aceito a co-orientação.
- ✓ Aos professores que fizeram/fazem parte do colegiado de Licenciatura em Física: Edison Tadeu Franco, Luiz Juracy Rangel Lemos, Anderson Gomes Vieira, Luiz Antônio Cabral, Érica Cupertino Gomes, Cláudia Adriana da Silva, Sheyse Martins de Carvalho, Nilo Maurício Sotomayor Choque e Liliana Yolanda Ancalla Dávila.
- ✓ Aos meus amigos externos das entidades acadêmicas.
- ✓ A todos os professores que passaram em minha vida.
- ✓ A todos os meus amigos do Mestrado da turma ingressante em 2019.
- ✓ A todos os meus amigos de graduação.
- ✓ A minha atual coordenadora Maria Brandão Aguiar e a professora Meire Lúcia, do Colégio Estadual Adolfo Bezerra de Menezes, por terem contribuído para que eu permanecesse na escola.
- ✓ A Universidade Federal Norte do Tocantins pelo apoio acadêmico e estrutural concedidos ao curso de mestrado em ensino de Física.
- ✓ O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## Resumo

### **Uso de História em Quadrinho (HQ) vinculada à sequência didática para o ensino de tópicos do eletromagnetismo**

Wênio da Silva Castro

Orientadora: Dra. Pâmella Gonçalves Barreto Troncão

Co-orientadora: Dra. Érica Cupertino Gomes

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Física Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

A possibilidade de desenvolver conteúdos de Física atrelados a pesquisa experimental e científica, considerando sua evolução nas ciências exatas e também a sua divulgação, tornou viável a utilização de Histórias em Quadrinhos (HQs) neste trabalho. Considerando a popularidade das HQs em diferentes faixas etárias, elas foram escolhidas como metodologia de ensino com o intuito de ensinar tópicos de Eletromagnetismo sob perspectiva de um ensino baseado no lúdico, por meio de um produto educacional em formato de um material de apoio ao professor e ao aluno. Foi desenvolvido uma Sequência Didática (SD), específica para a Educação Básica, e uma História em Quadrinho (HQ) intitulada “A descoberta do Eletromagnetismo”, disponível gratuitamente na internet, em formato de E-book. Para verificar a eficácia do trabalho foi implementado uma análise de resultados, observando aspectos qualitativos e quantitativos. O objetivo principal foi alcançado, pois houve o desenvolvimento do senso de pesquisa e do espírito crítico nos alunos, além da compreensão de tópicos de Eletromagnetismo. Espera-se que os materiais educacionais sejam utilizados como apoio pedagógico para a educação básica.

**Palavras-chave: Eletromagnetismo; Ensino de Física; Sequência Didática.**

## **Abstract**

Wênio da Silva Castro

Advisor: Dra. Pâmella Gonçalves Barreto Tronção

Co-advisor: Dra. Érica Cupertino Gomes

Dissertation presented to the Postgraduate Program in Physics National Professional Master's Degree in Physics Teaching, as part of the requirements for obtaining the title of Master in Physics Teaching.

The possibility of developing Physics contents in an experimental and scientific research, considering its evolution in the exact sciences and also its dissemination, making it feasible to use Comics (Comics) in this. Considering the popularity of different age groups in age groups chosen as they were chosen as a teaching methodology in order to teach methodologies of Electromagnetism under the means of a teaching based on play, for an educational product in the format of a support material for the teacher and to the student. A Didactic Sequence (SD) was developed, specifically for Basic Education, and a Comics (HQ) entitled "The discovery of Electromagnetism", available for free on the internet, in E-book format. To verify the effectiveness of the work of implementing an analysis of results, observing qualitative and explicit aspects. The main objective of the research objective, as the development of the students' critical spirit was carried out, in addition to the search for results from Eletromag. It is expected that the educational materials will be used as pedagogical support for basic education.

**Keywords: Electromagnetism; Teaching Physics; Following teaching.**

## Lista de Figuras

Figura 1: Exemplo de requadro. ....	17
Figura 2: Modelos de requadro. ....	18
Figura 3: Exemplos das calhas. ....	18
Figura 4: Exemplos de balões. ....	19
Figura 5: Exemplo de uso do recordatório. ....	19
Figura 6: Exemplos de Onomatopeias. ....	20
Figura 7: Personagens Marvel e DC. ....	21
Figura 8: Imagens do mangá Attack On Titan ....	21
Figura 9: Exemplo de HQ Brasileira ....	22
Figura 10: Plano geral. ....	23
Figura 11: Exemplo para plano aberto. ....	23
Figura 12: Exemplos de plano americano. ....	24
Figura 13: Exemplo de plano médio. ....	24
Figura 14: Exemplo de primeiro plano. ....	25
Figura 15: Exemplo de plano detalhe. ....	25
Figura 16: Exemplo do uso ângulo plongée. ....	26
Figura 17: Exemplo do uso do ângulo contra Plongée. ....	26
Figura 18: Exemplo do uso ângulo Zenital. ....	27
Figura 19: Exemplo do uso ângulo contra zenital. ....	27
Figura 20: Personagens Dragon Ball. ....	28
Figura 21: Cena com elementos cinéticos. ....	28
Figura 22: Exemplo de metáfora é o suor exposto pelos personagens fazem alusão a corrida. ....	29
Figura 23: Capa de um dos números da HQ Ciência em quadrinhos. ....	31
Figura 24: Desenho de Carlos Ruas com o cientista Einstein. ....	32
Figura 25: Antarctic log. ....	32
Figura 26: Obra “Ombro de gigantes história da astronomia em quadrinhos”. ....	33
Figura 27: HQ Meninas e Mulheres na Ciência. ....	34
Figura 28: Capa da HQ de Bruno Henrique Silva. ....	35
Figura 29: Cena da HQ Garfield. ....	36
Figura 30: Cena Garfield. ....	36
Figura 31: Cena Garfield. ....	36



Figura 32: Cena da HQ “A descoberta do Eletromagnetismo”.....	38
Figura 33: Experiência original de Ampère em que observou pela primeira vez a interação entre dois condutores conduzindo correntes constantes.....	44
Figura 34: Instrumento que Ampère utilizou para obter os resultados experimentais e depois utilizar o método de interpolação. ....	45
Figura 35: Ângulos $\Theta$ , $\theta'$ , $\omega$ e dos elementos de corrente $I ds$ $I' ds'$ . ....	47
Figura 36: Experimento de Ampère primeiro caso de equilíbrio.....	48
Figura 37: Bobina retangular logo abaixo da espira estática. A espira pode girar ao redor do seu próprio eixo vertical e a bobina se encontra fixa no laboratório. ....	49
Figura 38: Vista superior dos segmentos horizontais com os sentidos da corrente, da espira estática $dd'$ e da bobina retangular AB.....	49
Figura 39: a) atração em que a primeira parte da bobina retangular AO exerce sobre a primeira parte da espira estática $d'O$ e na segunda parte $dO$ . b) repulsão em que a parte da bobina retangular OB exerce sobre as partes da $Od'$ e $Od$ da espira estática.....	50
Figura 40: a) segmentos $d'O$ e $dO$ , sendo atraídos pelas forças. b) O segmento $Od$ é repellido pela força $F2a$ e $d'O$ é atraído pela força $F1a$ . ....	51
Figura 41: Posições encontradas para cada polo de um ímã, sendo duas de atração e duas de repulsão.....	53
Figura 42: Aparelho que permite observar a rotação de um fio em torno de um ímã (direito) bem como a rotação de um ímã em torno de um fio condutor (esquerdo)...	54
Figura 43: Anel de cobre suspenso: procurando produção de corrente pelo magnetismo.....	56
Figura 44: Imagem do anel utilizado para a experiência de 1831. ....	57
Figura 45: Pinça formada por dois ímãs: para obter corrente induzida pela ação de um ímã permanente. ....	59
Figura 46: Foto do cilindro de papel com o ímã em barra, utilizando na experiência mais conhecida em 17 de outubro de 1831. ....	60
Figura 47: Esquema de uma SD. ....	71
Figura 48: Competências gerais da educação básica presentes na BNCC. ....	72
Figura 49: Competências específicas de ciências da natureza presentes na BNCC. ....	73
Figura 50: Imagens da aplicação do produto educacional. ....	75

Figura 51: Respostas referente a pergunta 1: “ <b>Qual é o seu sexo?</b> ”; a) Questionário I; b) Questionário II.....	78
Figura 52: Respostas referente a pergunta 2: “ <b>Qual é a sua faixa etária?</b> ”; a) Questionário I; b) Questionário II.....	78
Figura 53: Respostas referente a pergunta 3: “ <b>Você sabe explicar o que significa a palavra Eletromagnetismo?</b> ”; a) Questionário I; b) Questionário II.....	79
Figura 54: Respostas referente a pergunta 4: “ <b>Você sabe explicar o que é Campo Magnético?</b> ”; a) Questionário I; b) Questionário II.....	80
Figura 55: Respostas referente a pergunta 5: “ <b>Você saberia dizer algum exemplo do dia a dia que tem Campo Magnético?</b> ”; a) Questionário I; b) Questionário II. .	80
Figura 56: Respostas referente a pergunta 6: “ <b>Você acha importante o uso de experimento em sala de aula?</b> ”; a) Questionário I; b) Questionário II.....	81
Figura 57: Respostas referente a pergunta 7: “ <b>Você sabe explicar o experimento de Oersted?</b> ”; a) Questionário I; b) Questionário II.....	82
Figura 58: Respostas referente a pergunta 8: “ <b>Você sabe explicar o experimento de Ampère?</b> ”; a) Questionário I; b) Questionário II. ....	82
Figura 59: Respostas referente a pergunta 9: “ <b>Você sabe explicar o experimento de Faraday?</b> ”; a) Questionário I; b) Questionário II.....	83
Figura 60: Resposta referente ao questionário I: a) Questão 10: “ <b>Você gosta de Histórias em Quadrinhos?</b> ”, b) Questão 11: “ <b>Em sua opinião, existe aprendizado com HQ’s?</b> ” .....	84
Figura 61: Resposta referente ao questionário I: a) Questão 12: “ <b>Você já leu alguma HQ?</b> ”, b) Questão 13: “ <b>Você já leu alguma HQ com algum conteúdo de Física?</b> ”, c) Questão 14: “ <b>Você já leu alguma HQ com algum conteúdo de outra disciplina?</b> ” .....	84
Figura 62: Resposta referente ao questionário II: a) Questão 10: “ <b>Qual experimento você mais gostou:</b> ”, b) Questão 11: “ <b>Em sua opinião, o conteúdo abordado na HQ é:</b> ”, c) Questão 12: “ <b>Em sua opinião, qual é a parte que você mais gostou?</b> ”. ....	85
Figura 63: Resposta referente ao questionário II: a) Questão 13: “ <b>Em sua opinião, a qualidade a HQ é:</b> ”, b) Questão 14: “ <b>Você indicaria essa HQ para um amigo?</b> ”, c) Questão 15: “ <b>Em sua opinião, existe(m) falha(s) na HQ: Pode marcar mais de uma alternativa</b> ” .....	86

Figura 64: Resposta referente a pergunta 16 do questionário II: a) <b>“I - Número de experiências”</b> , b) <b>“II – Número de passatempos”</b> , c) <b>“III – Número de personagens”</b> .....	87
Figura 65: Respostas referente a pergunta 1: <b>“Qual é o seu sexo?”</b> ; a) Questionário I; b) Questionário II.....	89
Figura 66: Respostas referente a pergunta 2: <b>“Qual é a sua faixa etária?”</b> ; a) Questionário I; b) Questionário II.....	89
Figura 67: Respostas referente a pergunta 3: <b>“Você sabe explicar o que significa a palavra Eletromagnetismo?”</b> ; a) Questionário I; b) Questionário II.....	89
Figura 68: Respostas referente a pergunta 4: <b>“Você sabe explicar o que é Campo Magnético?”</b> ; a) Questionário I; b) Questionário II.....	90
Figura 69: Respostas referente a pergunta 5: <b>“Você saberia dizer algum exemplo do dia a dia que tem Campo Magnético?”</b> ; a) Questionário I; b) Questionário II. .	90
Figura 70: Respostas referente a pergunta 6: <b>“Você acha importante o uso de experimento em sala de aula?”</b> ; a) Questionário I; b) Questionário II.....	91
Figura 71: Respostas referente a pergunta 7: <b>“Você sabe explicar o experimento de Oersted?”</b> ; a) Questionário I; b) Questionário II.....	91
Figura 72: Respostas referente a pergunta 8: <b>“Você sabe explicar o experimento de Ampère?”</b> ; a) Questionário I; b) Questionário II.....	92
Figura 73: Respostas referente a pergunta 9: <b>“Você sabe explicar o experimento de Faraday?”</b> ; a) Questionário I; b) Questionário II.....	92
Figura 74: Resposta referente ao questionário I: a) Questão 10: <b>“Você gosta de Histórias em Quadrinhos (HQ’s)?”</b> , b) Questão 11: <b>“Em sua opinião, existe aprendizado com HQ’s?”</b> .....	93
Figura 75: Resposta referente ao questionário I: a) Questão 12: <b>“Você já leu alguma HQ?”</b> , b) Questão 13: <b>“Você já leu alguma HQ com algum conteúdo de Física?”</b> , c) Questão 14: <b>“Você já leu alguma HQ com algum conteúdo de outra disciplina?”</b> .....	94
Figura 76: Resposta referente ao questionário II: a) Questão 10: <b>“Qual experimento você mais gostou:”</b> , b) Questão 11: <b>“Em sua opinião, o conteúdo abordado na HQ é:”</b> , c) Questão 12: <b>“Em sua opinião, qual é a parte que você mais gostou?”</b> . .....	94
Figura 77: Resposta referente ao questionário II: a) Questão 13: <b>“Em sua opinião, a qualidade a HQ é:”</b> , b) Questão 14: <b>“Você indicaria essa HQ para um amigo?”</b> ,	

c) Questão 15: “Em sua opinião, existe(m) falha(s) na HQ: Pode marcar mais de uma alternativa” .....	95
Figura 78: Resposta referente a pergunta 16 do questionário II: a) “I - Número de experiências”, b) “II – Número de passatempos”, c) “III – Número de personagens” .....	95
Figura 79: Imagem com o número de acessos das experiências.....	97

## Sumário

<b>1. Introdução</b>	<b>14</b>
<b>2. Estrutura das Histórias em Quadrinhos</b>	<b>17</b>
2.1. Requadros .....	17
2.2. Balões e recordatório .....	19
2.4. Imagens .....	20
2.5. Plano de ação .....	22
2.6. Ângulos de Visão.....	26
2.7. Personagens, Linhas/imagens cinéticas e Metáforas visuais .....	27
<b>3. HQ's no ensino</b>	<b>30</b>
3.1. Histórias em quadrinhos no uso em aula para as disciplinas de ciências da natureza.....	30
3.2. Quadrinhos para o ensino de Física.....	33
3.3. Criação da história em quadrinhos “A descoberta do eletromagnetismo”. .....	37
3.3.1. Figuras <i>Corel Draw</i> e <i>Freepik</i> .....	37
3.3.2. Figuras dos Diálogos .....	37
3.3.4. Enredo.....	38
3.3.5. Física Envolvida no produto educacional .....	39
3.3.6. Trabalhos correlatos .....	39
<b>4. A Física envolvida no Produto Educacional</b>	<b>41</b>
4.1. Experimento de Oersted .....	41
4.2. Experimento de Ampère.....	43
4.3. Experimento de Faraday .....	52
<b>5. Teorias e Metodologias relacionadas ao Produto Educacional</b>	<b>62</b>
5.1. David Ausubel e a Teoria da Aprendizagem Significativa .....	62
5.2. Vygotski e o desenvolvimento intelectual em função das interações sociais .....	65
5.3. A valorização experimental de Hodson e as produções dos vídeos.....	67
5.4. Sequência Didática .....	70
5.4.1. Sequência Didática utilizada no Produto Educacional .....	74
<b>6. Aplicação do Produto Educacional</b>	<b>76</b>
6.1. Resultados.....	77
6.1.1. Análise do Ensino Médio.....	78
6.1.2. Análise do Ensino Fundamental.....	88
6.1.3. Análise dos vídeos .....	96
<b>7. Conclusão</b>	<b>98</b>
<b>8. Referências Bibliográficas</b>	<b>100</b>

<b>9. Apêndice A: Produto Educacional</b>	<b>106</b>
<b>10. Apêndice B: Gibi: “A descoberta do Eletromagnetismo”</b>	<b>112</b>

## 1. Introdução

A cada geração que se passa a sociedade como um todo evolui, incluindo o ambiente educacional. Desse modo, faz-se necessário desenvolver novos meios de aprendizado que se adequem a aula buscando torná-la mais dinâmica e atraente de forma a incluí-la no convívio tópicos do cotidiano dos estudantes que anseiam por aprender.

O aprendizado na sociedade se promove em vários ambientes e um deles é a escola. Ela tem o objetivo de ensinar conteúdos específicos com professores cuja missão é compartilhar a ciência de modo envolvente para que o aprendizado do aluno seja feito de forma intuitiva e criativa.

Considerando o avanço tecnológico da sociedade com celulares, tablets e até computadores cada vez mais chamativos, uma das maneiras de ensinar de forma divertida é fazendo uso das Histórias em Quadrinhos (HQ's). Elas foram criadas há algum tempo e encanta gerações por todo o globo [1]. Sua escrita, expressões e linguagens universais são bem conhecidas e detalhadas em narrativas. Além disso, elas possuem aspectos lúdicos entrelaçadas à leitura e podem gerar um questionamento: Por que não usar histórias em quadrinhos para o aprendizado? Eles já são um material que faz parte do dia-a-dia do aluno, apresentam uma linguagem de fácil compreensão e geralmente prendem a atenção de quem está lendo.

Sendo assim, por que não interligar as HQ's como meio de comunicação para o Ensino de Física?

A Física no Ensino Médio (EM) é uma disciplina que contempla, na área de Ciências da Natureza, conceitos e cálculos matemáticos com um quantitativo de fórmulas e expressões que acabam desmotivando os alunos e favorecendo a falta de ânimo na busca de um aprendizado científico e significativo.

Com premissa de demonstrar uma forma de ensino lúdico que seja capaz de despertar e disseminar o interesse pela ciência, esse trabalho visa apresentar uma Física descontraída de forma que os alunos se envolvam e aprendam, desmistificando a premissa de que a Física é apenas um complexo de equações e expressões matemáticas com pouca utilidade ou nenhuma na vida cotidiana.

A Física, por mais incrível que possa parecer, ainda é ensinada de forma expositiva sem que haja nenhum elemento diferencial ou inovador nas aulas capaz

de demonstrá-la como uma leitura da natureza através de análises críticas, experimentos e teorias que utiliza-se da linguagem matemática para expressão.

Para diversificar as aulas de Física e ensinar o conteúdo de Eletromagnetismo, optou-se por desenvolver um produto educacional com intuito de propor um ensino de Física descontraído e lúdico fazendo uso de uma sequência didática com vídeos educativos e uma História em Quadrinhos (HQ), ambos de autoria própria.

O desenvolvimento das HQ's para o Ensino de Física complementa a teoria de aprendizagem significativa, a qual prega que o conhecimento pode ser apresentado de forma inicial como subsunçor e ter algum conhecimento prévio sobre algo que será desenvolvido [2].

Segundo a ideologia de Guyot, as HQ's são ordenadas por uma narrativa em formato de imagens com escritas e balões. Unidas mesmo que de uma forma imóvel, ela nos remete a criação de algo dinâmico que representa a realidade de quem está decodificando a leitura [3].

As histórias promovem consigo um processo cognitivo, que permite interpretar sistemas de códigos que chamam a atenção, trazendo para a história o leitor como participante, provoca a imaginação de participar do enredo em que se está lendo. O contexto teórico pode ser apresentado por Vygotski, o qual indica que o aprendizado pode ser evolutivo e depende de cada indivíduo [4]. Cada um possui uma forma de aprendizado que lhe convém, pois existem alunos que aprendem com a fala outros sem a escrita, redes-sociais, contextualização, experimentação, entre outros.

Segundo Hodson, o aprendizado na experimentação pode conter um estímulo ou motivação capaz de despertar habilidades de pesquisa e até aprimorar os pontos fortes dos alunos [5]. Esta metodologia permite a ampliação dos sentidos correlacionando de forma intuitiva e didática atividades experimentais com as atividades lúdicas desenvolvidas na HQ.

A forma lúdica de ensinar pode ser destacada nos quadrinhos, os quais podem proporcionar uma nova e grande experiência de conhecimento e aprendizado, assim como discutido por autores teóricos supracitados [3].

O trabalho que aqui será apresentado busca implementar algo diferente que possa incentivar os alunos a adquirir habilidades e conhecimentos essenciais em Eletromagnetismo, assim como estabelece a BNCC (Base Nacional Comum



Curricular) [6]. Além do interesse particular deste discente em desenvolver algo diferente e que permita que os alunos possam se divertir aprendendo.

O objetivo geral deste trabalho é produzir uma HQ como recurso didático, que servirá como organizador prévio no aprendizado, para ser utilizado por alunos e professores, tanto no Ensino Fundamental (EF) quanto no Ensino Médio (EM), com o intuito de aumentar o interesse pela área de exatas e influenciá-los a aprender e ensinar Física de forma divertida e descontraída.

A aplicação do produto educacional realizou-se em quatro turmas de terceira série do EM e duas do nono ano do EF em um colégio situado na periferia de Araguaína - TO.

Neste trabalho haverá capítulos que tratam sobre a importância e justificativa da criação e implementação das HQ's; a compreensão da Física e Ensino de Física através de estudos e levantamentos teóricos relacionados ao tema estudado; teorias e metodologias adotadas para facilitar o ensino e aprendizado de Física; e os resultados obtidos durante todas estas aplicações e avaliações das ferramentas didáticas adotadas com suas respectivas conclusões.

## 2. Estrutura das Histórias em Quadrinhos

As Histórias em Quadrinhos inicialmente eram utilizadas apenas para entretenimento, até que no final da década de 1950 a ligação entre HQ e Ciência se intensificou e, a partir desse momento, ganhou cada vez mais espaço no cenário educacional [7].

O uso para o entretenimento se deve muito pelo formato artístico e pela diversão contida na união das imagens, textos, escritas e até expressões dos personagens. Todos esses atributos se unem e formam um único elemento explicativo que faz o público compreender a narrativa.

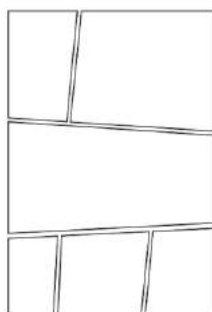
Estas características, quando interligadas de maneira clara às imagens e aos textos, conseguem prender o leitor na narrativa. O uso das HQ's pode ser estruturado em diversas formas lúdicas e seus códigos podem explicar diversos temas do mundo científico. Os códigos existentes exigem uma concentração do indivíduo para análise e compreensão da leitura [6].

Os códigos envolvidos nas HQ's podem ser divididos em dois grupos: o primeiro para os textos que se apresentam requadros, balões, recordatórios, legendas e onomatopeias e o segundo em que se retratam as imagens e estruturas com molduras, planos de ação, personagens, ângulos de visão, linhas cinéticas, e ângulos de visão [8].

### 2.1. Requadros

São as linhas (Figura 1) que delimitam a cena em que se encontra o personagem apresentado na folha, podendo aparecer com estrutura que estejam no formato de quadrados ou retângulos.

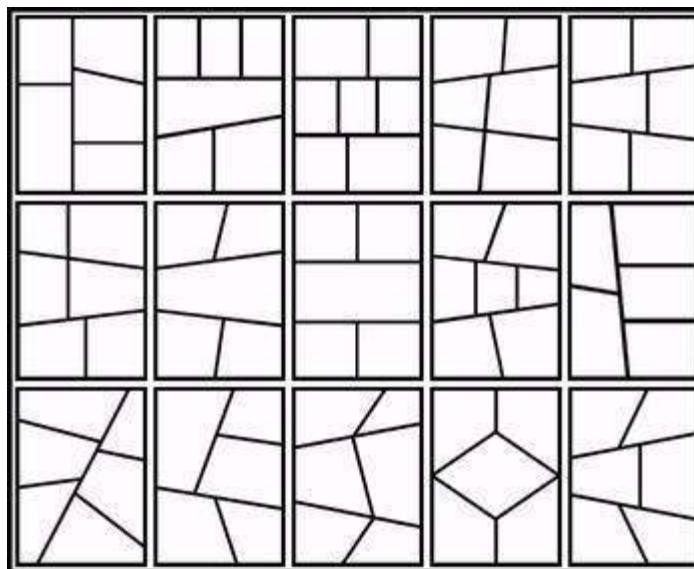
Figura 1: *Exemplo de requadro.*



Fonte: Próprio autor.

Em alguns quadrinhos, os requadros podem apresentar estruturas em outros formatos (Figura 2) com ângulos menores ou maiores, circulares ou em outros formatos que possam facilitar compreensão do texto.

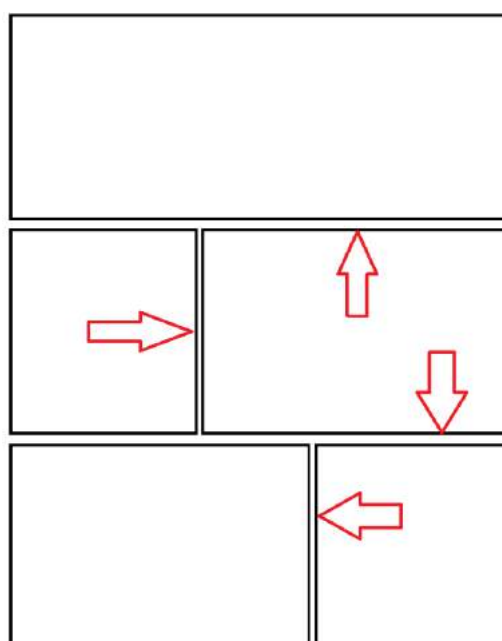
Figura 2: Modelos de requadro.



Fonte: Próprio autor.

Entre os requadros existe um pequeno espaço que os separam, esses espaços vazios são chamados de “calha”, conforme pode ser observado na figura 3.

Figura 3: Exemplos das calhas.

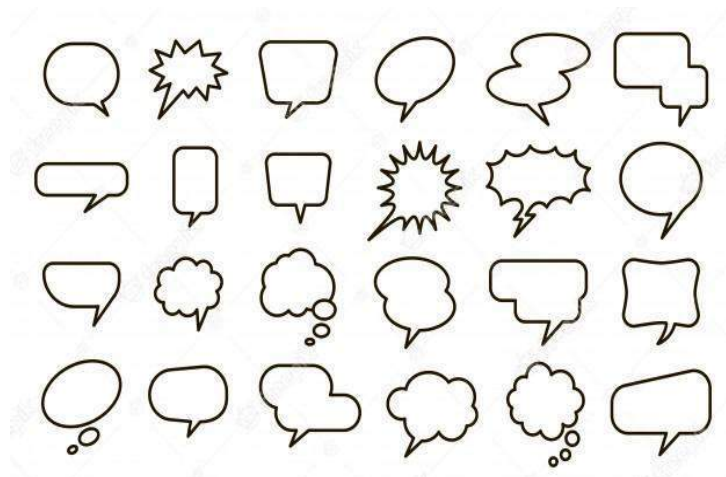


Fonte: Próprio autor.

## 2.2. Balões e recordatório

Uma das características na qual mais se representam as histórias em quadrinhos são os balões (Figura 4). Eles são elementos que contêm a escrita. É uma estrutura que engloba a escrita como diálogos comuns, sussurros, gritos, vozes distantes e pensamentos.

Figura 4: Exemplos de balões.



Fonte: Próprio autor.

Cada balão de fala, em uma de suas extremidades, têm um direcionamento chamado “rabicho” e ele indicará o personagem ou objeto que está expressando aquela fala (Figura 5).

O termo recordatório se refere a um balão geralmente retangular em que se expressa a fala do narrador da história e não se apresenta no requadro em que esteja a cena. O recordatório é um dos termos que não contém rabicho.

Figura 5: Exemplo de uso do recordatório.

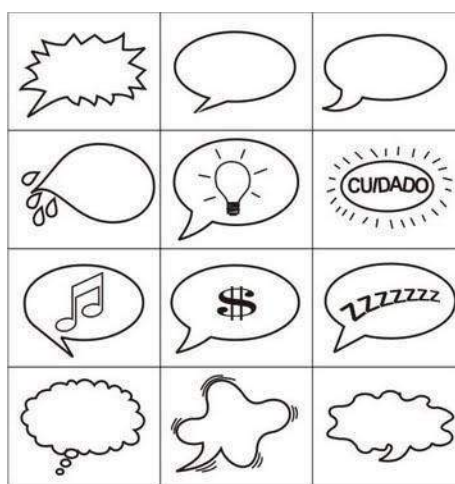


Fonte: Próprio autor.

### 2.3. Onomatopeias

Alguns quadrinhos não apresentam falas por se tratar de onomatopeias. O objetivo delas é gerar em uma cena de sensações, de sons e ruídos produzidos por alguma ação ou até objetos, animais ou fenômenos da natureza, como queda, explosões, socos e etc (Figura 6).

Figura 6: Exemplos de Onomatopeias.



Fonte: Próprio autor.

### 2.4. Imagens

O elemento principal das histórias em quadrinhos são as imagens, as quais retratam as expressões dos cartunistas. O estilo das imagens depende de alguns aspectos tais como: qual a faixa etária do público alvo, seu país de origem, se o quadrinho será para entretenimento ou uso científico, etc. Dos inúmeros tipos de estilos de quadrinhos, o mais comum entre eles é denominado “comic”.

“Comic” surgiu a partir da expressão da língua inglesa “cômico”, e referência surgiu a partir da ideia de entretenimento. Porém, a ideia se atribuiu às editoras americanas de quadrinhos Marvel Comics e DC Comics (Figura 7), indústrias que criaram histórias de super heróis muito conhecidos como: Homem de Ferro, Batman, Homem Aranha, X-Man, Flash, Deadpool, entre outros. As indústrias americanas são conhecidas pelos quadrinhos devido as suas ilustrações com muita realidade, cores e ações.

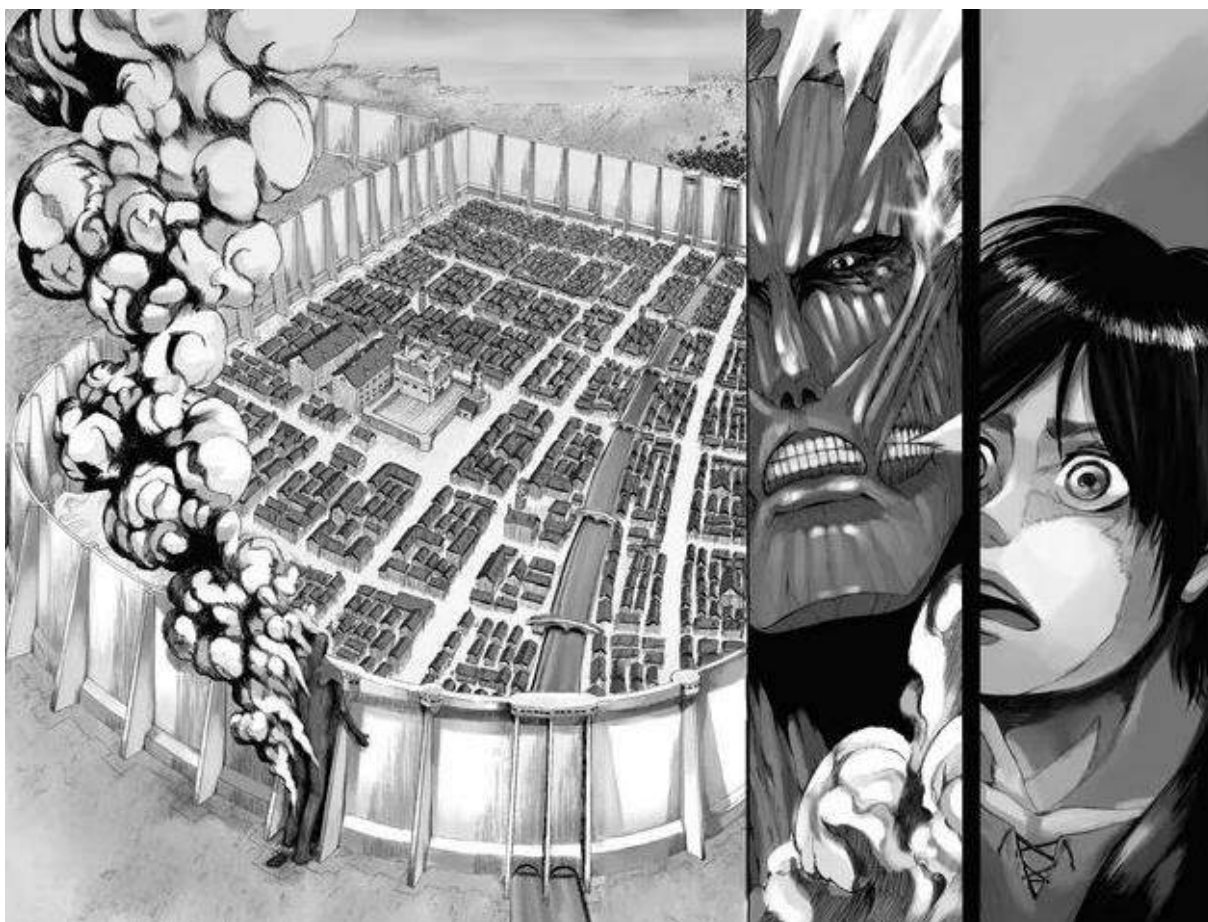
Figura 7: Personagens Marvel e DC.



Fonte: Próprio autor.

Outro estilo de histórias em quadrinhos são os Mangás, que fazem parte do universo japonês. Seus traços são parecidos com as linhas comics, enquanto as expressões faciais e corporais são mais intensas. Duas características essenciais dos mangás são não terem cores, apresentando-se apenas preto e branco, e sua leitura é feita de trás para frente e da direita para a esquerda (Figura 8).

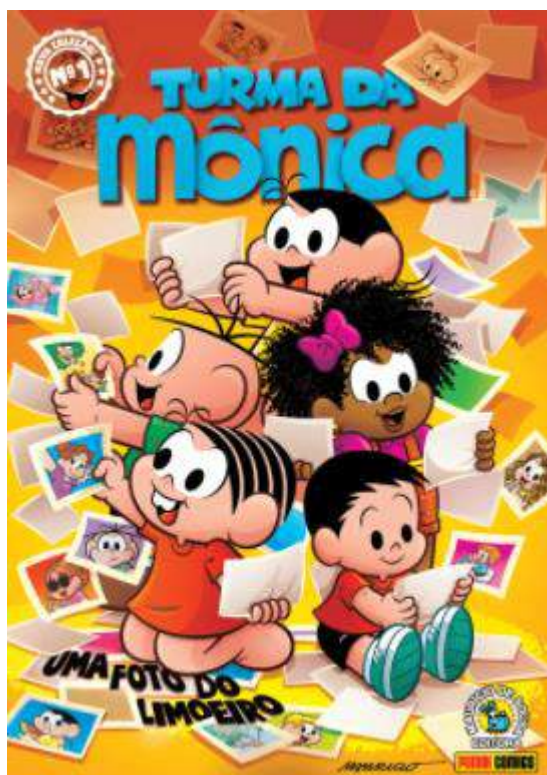
Figura 8: Imagens do mangá Attack On Titan



Fonte: Próprio autor.

O autor brasileiro Maurício de Sousa cria HQ's em formato de gibi (Figura 9). Geralmente o seu público alvo é juvenil e os traços comuns são o exagero em ampliar olhos e cabeça em comparação ao resto do corpo e colocar traços humanos em objetos e animais.

Figura 9: Exemplo de HQ Brasileira



Fonte: <https://turmadamonica.uol.com.br/home/#quadrinhos>. Acesso em 20/12/2021

## 2.5. Plano de ação

Plano de ação e ângulos de visão são estruturas da vinheta em que será representado o ambiente ou até mesmos os personagens durante a história. A maneira em que os planos aparecem depende do estilo da criação e qual expressão será evidente para o personagem. Os planos e ângulos se caracterizam por técnicas de fotografia e filmagem que são realizadas em filmes e fotos, podem ser diversos e compreendidos como: plano geral, plano aberto, plano médio, primeiro plano e plano detalhe.

Plano geral (Figura 10) é um cenário no qual aparecem objetos de corpo inteiro, sem nenhum corte, uma visão distante e sem nenhum foco em algum objeto ou lugar específico.

Figura 10: Plano geral.



Fonte: <https://criesuashqs.wordpress.com/2015/11/13/medidas-angulos-e-quadros-%E2%80%95-calma-nao-e-aula-de-geometria/>. Acesso em: 20/12/2021.

Plano aberto (Figura 11) é o estilo de cena em que o foco seja mais específico e aproximado de um objeto ou personagem na qual se deseja centralizar de modo que a captura lhe representa por completo, ou seja, foco representado sem cortes.

Figura 11: Exemplo para plano aberto.



Fonte: <https://seguindopassoshistoria.blogspot.com/2018/08/ze-carioca-um-papagaio-na-periferia-do.html>. Acesso em: 20/12/2021

O plano americano (Figura 12) centraliza o personagem do joelho para cima, focando na expressão corporal e no personagem com suas características físicas.



Figura 12: Exemplos de plano americano.



Fonte: <https://criesuashqs.wordpress.com/2015/11/13/medidas-angulos-e-quadros-%E2%80%95-calma-nao-e-aula-de-geometria/>. Acesso em: 20/12/2021

O plano médio (Figura 13) é usado para centralizar um personagem ou cena da cintura para cima, sendo que o foco seja demonstrar a região dorsal.

Figura 13: Exemplo de plano médio.



Fonte: <https://nanquim.com.br/enquadramento/>. Acesso em: 20/12/2021

Primeiro plano ou close (Figura 14) é o momento em que a cena destaca o rosto do personagem com o objetivo de mostrar as expressões faciais apresentadas por ele.

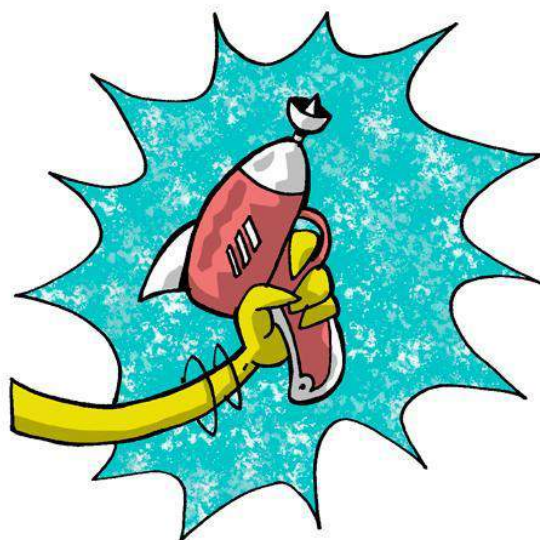
Figura 14: Exemplo de primeiro plano.



Fonte: <https://nanquim.com.br/enquadramento/>. Acesso em: 20/12/2021

No plano detalhe (Figura 15) o foco se volta a uma parte específica do rosto, como nariz, olhos, boca, entre outros.

Figura 15: Exemplo de plano detalhe.



Fonte: <https://nanquim.com.br/enquadramento/>. Acesso em: 20/12/2021

## 2.6. Ângulos de Visão

Ângulo Plongée (Figura 16) constitui uma ferramenta que permite retratar o momento em que se captura uma cena de cima para baixo. O termo Plongée tem origem francesa e significa mergulho.

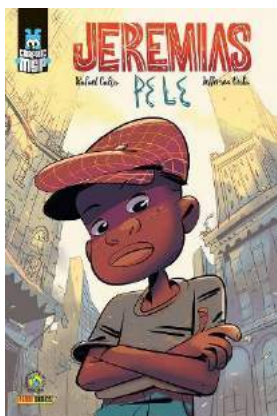
Figura 16: Exemplo do uso ângulo plongée.



Fonte: <https://www.ufjf.br/revistaveredas/files/2017/11/9-Modelo-did%C3%A1tico-do-g%C3%AAnero-digital-HQtr%C3%B4nicas.pdf>. Acesso em: 20/12/2021

Ângulo contra Plongée (Figura 17) é o inverso do ângulo anterior, ou seja, a cena é capturada de baixo para cima.

Figura 17: Exemplo do uso do ângulo contra Plongée.



Fonte: <https://turmadamonica.uol.com.br/home/#quadrinhos>. Acesso em: 20/12/2021

Ângulo Zenital (Figura 18) está relacionado ao termo zênite e designa um ponto interceptado pelo eixo vertical, traçado a partir de um observador que se localiza sobre a superfície terrestre. Nos quadrinhos, ele normalmente faz um ângulo de 90° graus em relação ao plano de personagens.

Figura 18: Exemplo do uso ângulo Zenital.



Fonte: <https://universohq.com/reviews/jeremias-pele/>. Acesso em: 20/12/2021

Ângulo contra zenital (Figura 19) é a cena representada de baixo para cima em um ângulo de 90°.

Figura 19: Exemplo do uso ângulo contra zenital.



Fonte: [https://www.escrevendoofuturo.org.br/caderno\\_virtual/caderno/documentario/glossario/contra-zenital/](https://www.escrevendoofuturo.org.br/caderno_virtual/caderno/documentario/glossario/contra-zenital/). Acesso em: 20/12/2021

## 2.7. Personagens, Linhas/imagens cinéticas e Metáforas visuais

Personagem é a personificação de pessoas, indivíduos, objetos ou animais que atuam nas cenas com o objetivo de desenvolver o enredo das histórias em quadrinhos. Os personagens conduzem as histórias em cenários distintos e acordo com o se deseja retratar. Como exemplo apresenta-se na figura 20 os personagens

de Dragon Ball. Eles se destacam pela referência bastante expressiva, pois eles apresentam objetos, animais e andróides falantes para desenvolverem suas histórias.

Figura 20: Personagens Dragon Ball.



Fonte: <https://pt.quizur.com/trivia/voce-sabe-o-nome-de-todos-os-personagens-de-dragon-ball-3yqA>. Acesso em: 20/12/2021

Linhas/imagens cinéticas (Figura 21) são desenhos que desempenham uma função cujo objetivo é criar um movimento ou trajetória de algum objeto ou personagem, de modo que o leitor possa idealizar o movimento em sua mente.

Figura 21: Cena com elementos cinéticos.



Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/1846141/> Acesso em 20/12/2021

Metáforas visuais (Figura 22) são desenhos ou representações de sentimentos ou alguma ação sofrida pelo personagem. Um exemplo é o momento em que os personagens têm uma ideia e a cena é representada por uma lâmpada acesa sobre a cabeça do personagem fazendo alusão a este evento.

Figura 22: Exemplo de metáfora é o suor exposto pelos personagens fazem alusão a corrida.



Copyright ©1999 Mauricio de Sousa Produções Ltda. Todos os direitos reservados.

6285

Fonte: <https://slideplayer.com.br/slide/1846141/> Acesso em 20/12/2021

Os elementos necessários para a construção de uma HQ podem ser encontrados/elaborados com algumas ferramentas de edição design gráfico, tais como os softwares: Corel Draw e Photoshop. Além de sites gratuitos, como por exemplo: Pixton, Storyboardthat, Goanimate, Make Beliefs Comix, Stripcreator, Pencil. Todos esses sites citados possibilitam criar cenários, personagens, balões e até a adição de fotos, materiais que podem ser utilizados como apoio ao professor.

### 3. HQ's no ensino

#### 3.1. Histórias em quadrinhos no uso em aula para as disciplinas de ciências da natureza

As HQ's vêm se popularizando no âmbito escolar por se tratar de uma leitura simples e de fácil compreensão, o que torna uma ótima ferramenta para uso nas aulas.

A ciência da natureza é vista pelos alunos como uma disciplina que envolve cálculos e ferramentas matemáticas sem utilidade em sua dia-a-dia, o que faz o aluno se desmotivar pela ciência segundo Gonçalves [9]. Essa maneira de ver a ciência como um complexo de equações se deve ao uso exclusivo do livro didático, o qual apresenta a ciência apenas como soluções de exercícios utilizando equações [10].

Deste modo, a visão que os alunos têm da ciência é desconstruída e os professores devem estar em constante aprendizado buscando novas ferramentas que possam servir para promover o ensino de maneira que potencialize o aprendizado e motive a busca pelo conhecimento nos alunos [10].

Com essa perspectiva, as HQs têm se popularizado no ensino de ciências da natureza e minimizado as dificuldades que os alunos têm encontrado nas aulas [10]. Isso se deve muito aos aspectos e técnicas que são empregadas para apresentar nas histórias, tais como as ilustrações, balões e animações. Esses elementos incentivam os alunos a novas descobertas para soluções de problemas sem que haja equações e cálculos matemáticos [11].

Segundo Pereira [12], para que se possa utilizar as HQ's, os professores devem ter uma base de como seja a estrutura das histórias, tais como os elementos que as compõem para otimizar os conteúdos de suas respectivas disciplinas.

Segundo Junior [13], o interesse dos alunos é maior pelas histórias em quadrinhos do que em relação aos livros didáticos. Esta análise não deve ser interpretada de modo que os livros devam ser substituídos por histórias em quadrinhos, mas com HQs como uma ferramenta complementar atrativa para o aluno e que pode ser usada como apoio ao interesse e aprendizado científico.

No âmbito nacional, as HQ's se fazem presente desde os anos 40 [14]. A obra "Ciências quadrinhos" (Figura 23) publicada em novembro de 1953 pela editora

Brasil-América, já extinta, é um retrato do uso de HQ para divulgação científica e ensino de Ciência.

Figura 23: Capa de um dos números da HQ Ciência em quadrinhos.



Fonte: <https://artedafisicapid.blogspot.com/2019/10/colecao-ebal.html>. Acesso em 21/12/2021

Os quadrinhos “Ciência popular” publicados na década de 50 fazem várias referências a notícias, artigos e textos ilustrativos em forma de quadrinhos, segundo Fioravanti, Andrade e Marques [15].

Em um salto no tempo para o ano de 2009, os quadrinhos do autor Carlos Ruas [16] fazem referência a ciência com autores reais como Albert Einstein (Figura 24). Suas obras ficaram conhecidas como “Um sábado qualquer”.



Figura 24: Desenho de Carlos Ruas com o cientista Einstein.

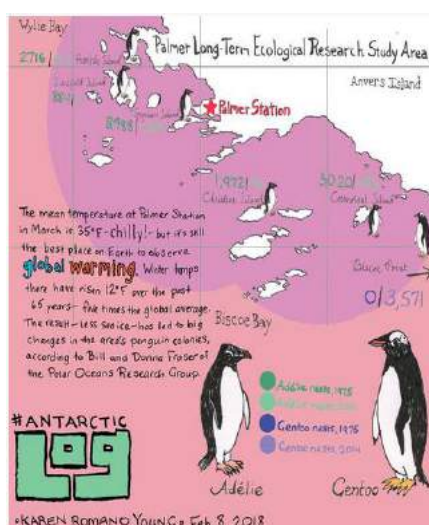


Fonte: <https://www.umsabadoqualquer.com/1400-ciencia/>. Acesso em: 21/12/2021

As histórias em quadrinhos têm uma representatividade tão grande que revistas científicas começaram a usá-las como forma de explicar algum fenômeno natural, como é o caso da revista *Nature* no ano de 2015. Este periódico publicou uma HQ em que se retratavam as questões climáticas da última década, os impactos causados ao planeta e as estratégias que poderiam ser adotadas para reverter a situação [14].

Em 2018, Karen Romano Young, uma ilustradora embarcou em um navio com destino a Antártida com intensão de mostrar resultados de uma pesquisa na região. O estudo fazia parte da área microbiológica e a ilustradora fez a HQ cuja uma imagem é mostrada na figura 25, ela acreditava na simplicidade da leitura para todos os públicos, porque a HQ apresenta recursos visuais e não apenas textos, o que permitia o conteúdo ser mais atraente ao público-alvo. O trabalho produzido por ela denominou-se *Antarctic log* [14].

Figura 25: Antarctic log.



Fonte: <https://revistapesquisa.fapesp.br/ciencia-em-tirinhas/>. Acesso em 21/12/2021

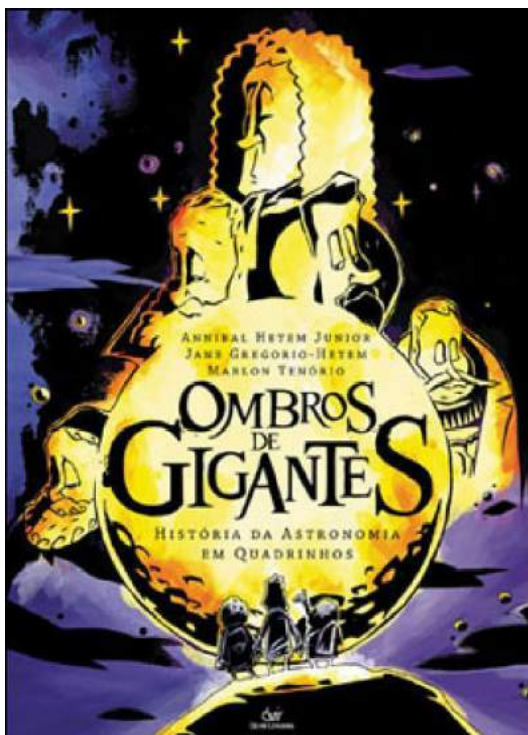
### 3.2. Quadrinhos para o ensino de Física

Com seus elementos linguísticos, as HQ's são um atrativo para o público e isso demonstra que ela é uma ferramenta apoiadora que pode auxiliar o aluno para atingir o objetivo de aprender algum conteúdo, inclusive da disciplina de Física, de forma mais simples e rápida. A ideia baseada se norteia a partir de Testoni [17] na qual faz referência que o aluno deve chegar a uma resposta e não o professor fornecê-la.

A história em quadrinhos de Testoni, “Um corpo que cai: as histórias em quadrinhos no Ensino de Física” [18], é voltada para promover o questionamento dos alunos sobre movimento e queda de corpos.

Inúmeros HQ's possuem uma estrutura sem cores. Porém, os “Ombros de Gigantes: História da Astronomia em Quadrinhos” [19] (Figura 26) retratam a colaboração dos gregos Johanes Kepler, Galileu Galilei e Isaac Newton para a ciência. A obra possui capítulos apresentando a astronomia no Brasil e até atividades para a construção de uma luneta de Galileu. No final de cada capítulo, existe uma atividade prática para que o leitor possa se sentir como um cientista.

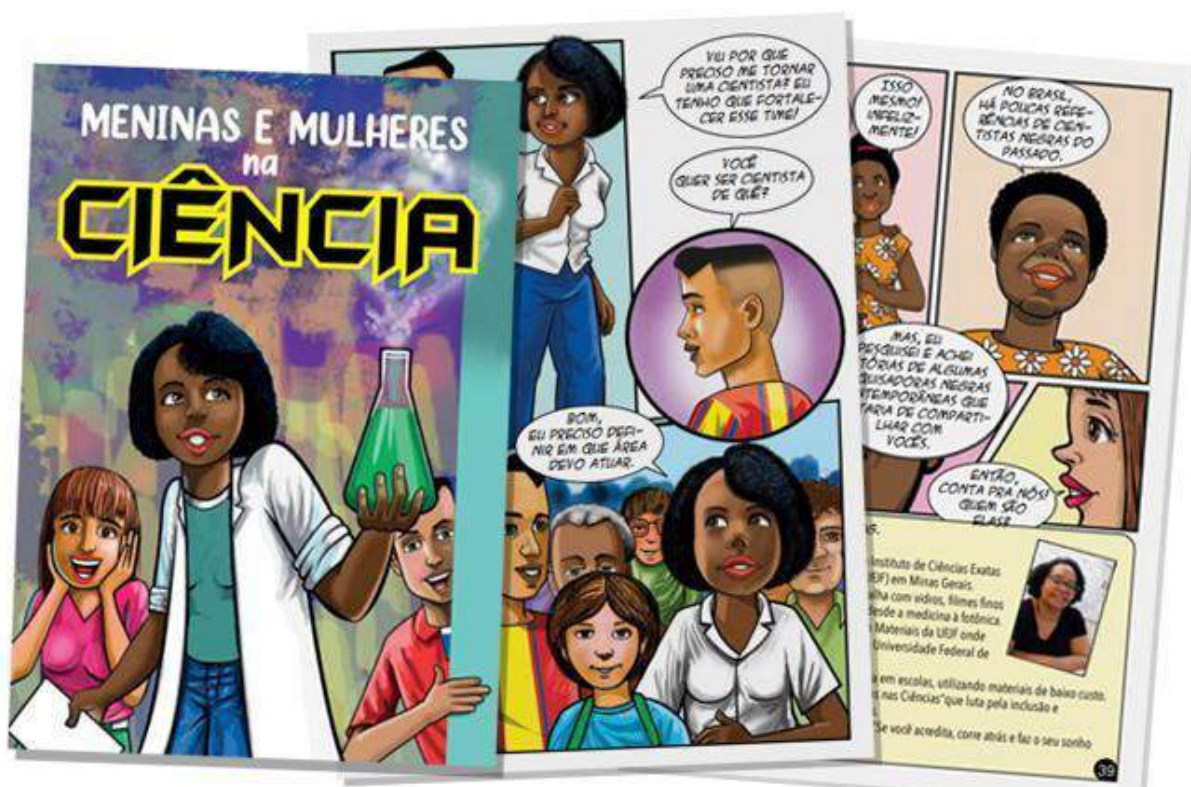
Figura 26: Obra “Ombro de gigantes história da astronomia em quadrinhos”.



Fonte: <https://www.saraiva.com.br/ombros-de-gigantes-historia-da-astronomia-em-quadrinhos-2-ed-2010-3425120/p>. Acesso em: 21/12/2021

No uso das histórias em quadrinhos, combate a diferença de gênero e muitas vezes as HQ's têm objetivo de mostrar essa igualdade como por exemplo, “Meninas e Mulheres na Ciência” (Figura 27). Seu enredo reproduz a história de uma garota negra com o sonho de ser cientista que no decorrer da história enfrenta dificuldades pelos seus aspectos culturais e sociais impostas pela sociedade brasileira. A personagem tem como objetivo mostrar o poder feminino na ciência citando grandes nomes como Enedina Alves Marques, conhecida como ser a primeira mulher negra a se graduar em engenharia civil no País.

Figura 27: HQ Meninas e Mulheres na Ciência.



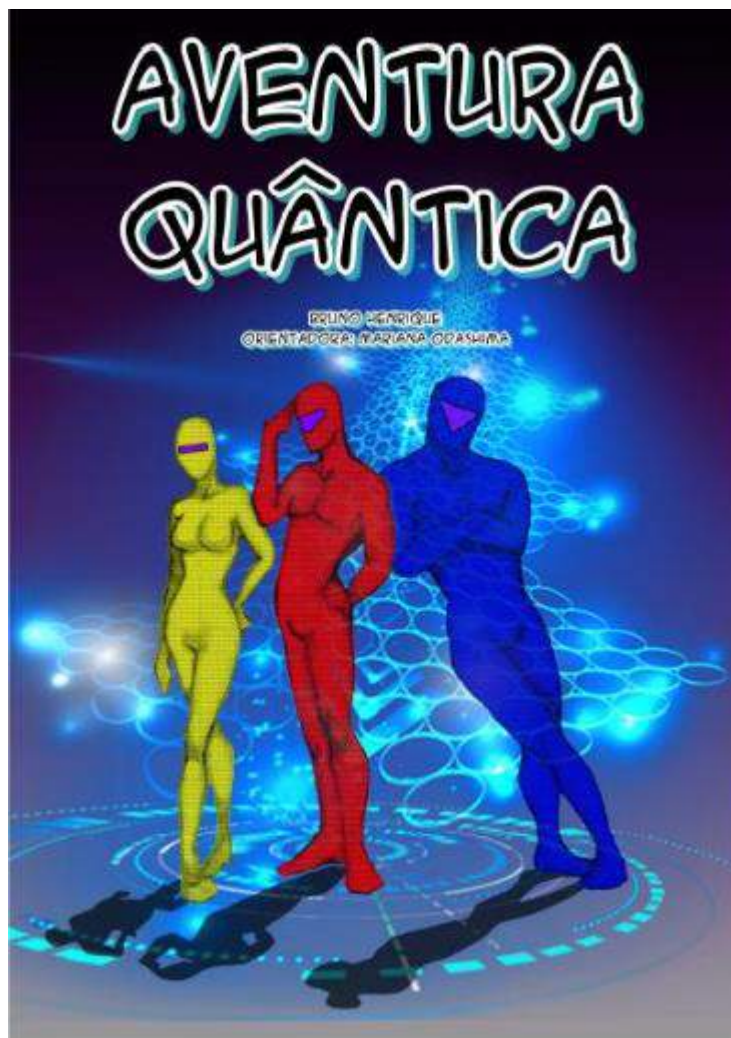
Fonte: <https://jornal.usp.br/universidade/historia-em-quadrinhos-apresenta-protagonismo-negro-e-feminino-na-ciencia-brasileira/>. Acesso em: 21/12/2021

A estrutura das histórias em quadrinhos pode ser utilizada por várias técnicas de programação e design assim, como utilizado por Cruz [20] que para realizar a sua história “A aventura de conhecer a imensidão que nos cerca” utilizou softwares como Crazytalk Animator 2 e Adobe Photoshop. Ele contou a história de três crianças que viajam em busca de conhecimento pela imensidão do universo.

Os conteúdos voltados para a Física podem ir desde o conteúdo de Mecânica até temas mais avançados como Física Moderna, assim como a HQ “Ensino de Física Moderna Através de Histórias em Quadrinhos” criada por Bruno Henrique

Silva [21]. Ele as elaborou com o objetivo de divulgar a Mecânica Quântica básica (Figura 28) de uma maneira lúdica, retratando conhecimentos como o gato de Schrödinger, fótons, poço quântico e até o entrelaçamento.

Figura 28: Capa da HQ de Bruno Henrique Silva.



Fonte: <https://artedafisicapid.blogspot.com/2020/11/bruno-silva-fisica-moderna-atraves-de.html>. Acesso em: 21/12/2021

As HQ's podem se apresentar em pequenas tiras e em um único momento, como podemos citar principalmente as histórias do gato Garfield criado por Jim Davis (Figura 29).

Figura 29: Cena da HQ Garfield.



Fonte: <http://fisicaantoniovaladares.blogspot.com/2011/06/tiras-de-humor-envolvendo-as-leis-de.html>. Acesso em: 21/12/2021

Na imagem faz-se uma sátira ao conceito de inércia. Esta história pode ser apresentada aos alunos com o objetivo de explicar que corpos em repouso tendem a permanecer em repouso.

Figura 30: Cena Garfield.



Fonte: <https://tirinhasdogarfield.blogspot.com/2010/04/problemas-para-dormir.html>. Acesso em: 21/12/2021

A figura 30 introduz, implicitamente, o objeto de estudo sobre referenciais na tirinha em que o gato Garfield afirma que ficou girando a tarde inteira e isto pode ser conectado com a rotação da Terra.

Continuando com as histórias de Garfield, a figura 31 demonstra a necessidade de diferenciar o conceito de massa e peso.

Figura 31: Cena Garfield.



Fonte: <http://clubes.obmep.org.br/blog/probleminha-peso-x-massa/>. Acesso em: 21/12/2021

Essas tirinhas, por exemplo, podem ser utilizadas em questões, reflexões e até mesmo debates em aula para explicações dos conteúdos.

### **3.3. Criação da história em quadrinhos “A descoberta do eletromagnetismo”.**

Para criação desta história em quadrinhos, a primeira coisa a ser feita foi criar personagens, ambientes e imagens nas páginas em que seriam produzido a HQ. Para realizar isso, utilizou-se o uso do software *Corel Draw X7* em que este faz se desenhos vetoriais bidimensionais para design gráfico, com uso de imagens providas do site *freepik* (agregador de conteúdo criativo em que reúne milhares de arquivos disponíveis para download, de graça, em vários tipos de formatos).

A utilização do *Corel Draw X7* se fez necessário por um dos autores ter um certo domínio sobre a ferramenta que, juntamente com as imagens do *freepik*, foram sendo moldadas, criando personagens e cenários.

#### **3.3.1. Figuras *Corel Draw* e *Freepik***

Após criação das cenas e personagens, o passo seguinte foi a inclusão dos balões de falas organizadas nos quadrinhos com uso do software *Corel Draw X7*. As artes produzidas foram salvas em PDF.

#### **3.3.2. Figuras dos Diálogos**

Após criação dos personagens, ambientes e inclusão das falas, foi realizado a impressão para que houvesse uma leitura com objetivo de corrigir erros de digitação, substituir palavras para ficar mais acessível a compreensão do público e revisar se as interpretações físicas estavam em concordância e coerentes.

Por fim, a história em quadrinhos foi submetida a um edital para publicação de livros e-books, edital nº 002/2020 – EDUFT, o que logo resultou na aprovação e produção do nosso livro [22].

### 3.3.3. Objetivo

A construção do quadrinho “A descoberta do Eletromagnetismo” foi realizada em uma série de cenas, com ilustrações e falas com objetivo de apresentar aos leitores conceitos físicos de maneira lúdica e com uma linguagem simples e de fácil entendimento.

### 3.3.4. Enredo

A história se norteia em uma típica aula, na qual o professor explica conceitos físicos sobre eletromagnetismo (Figura 32) e com objetivo de incentivar a pesquisa propõem-se três experiências a serem desenvolvidas em grupo. A apresentação dos alunos é algo interessante na história, pois com eles os leitores podem perceber que as experiências podem ser reproduzidas facilmente e com simplicidade, chamando a atenção dos leitores.

Figura 32: Cena da HQ “A descoberta do Eletromagnetismo”.



Fonte: Gomes e Castro, 2020.

Durante esta história, os personagens dialogam uns com os outros e com o professor criando um ambiente descontraído e participativo já que todos os personagens estão envolvidos culminando em discussões e hipóteses sobre os conceitos físicos de eletromagnetismo.

Os personagens foram produzidos com características infantis de maneira em que os alunos pudessem ser representados para os leitores, servindo de reflexo dos alunos em seu estilo físico e sua personalidade.

Com objetivo de prender os leitores na história, são citados objetos técnicos que demonstram que a Física se encontra presente no dia-a-dia deles. Jogos foram adicionados dentre eles palavra cruzada e passatempos sobre os temas abordados pelos personagens.

### **3.3.5. Física Envolvida no produto educacional**

A linguagem utilizada na HQ foi elaborada de forma que simplifique as ideias físicas, a qual possa permitir aprender alguns conceitos físicos de maneira dinâmica e interativa.

A Física apresentada durante a história possui foco conceitual, abordando determinados tópicos de eletromagnetismo. A construção do saber se norteou desde a história de onde se originou o Eletromagnetismo até as experiências de alguns cientistas que contribuíram para a descoberta do Eletromagnetismo.

Como o objetivo é divulgar e ensinar a origem do eletromagnetismo, durante o enredo foi evitado o máximo possível a utilização de equações e variáveis, para que o aluno possa se sentir motivado a continuar e finalizar a leitura.

### **3.3.6. Trabalhos correlatos**

Todo e qualquer material didático se baseia em algum conteúdo, seja ele atrativo ou informativo, de conhecimento ou científico com intuito de proporcionar entendimento, conhecimento e aprendizado. Os elementos em aprender podem ter características científicas, como no caso do trabalho de Cruz [20]. Neste trabalho, Cruz traz conhecimentos científicos em forma de HQ na área de astronomia, utilizando elementos visuais com pouca exploração de cenas em movimento no aspecto gráfico. O trabalho que aqui discutido está relacionado com tópicos de eletromagnetismo e foca em elementos de ação que induzem o leitor a acreditar que os personagens se encontram realizando alguma atividade, como por exemplo as experiências laboratoriais.

O trabalho de Pessoa [23], criou um projeto utilizando uma HQ chamado “Projeto Mamute”, no qual os alunos de Ensino Médio e Fundamental elaboravam suas próprias histórias e divulgavam seus trabalhos em um site [24]. Além de fechar parcerias com indústrias profissionais neste seguimento, a ideia de ensinar os



alunos a criar suas próprias histórias em quadrinhos é importante tendo em vista que estes podem amadurecer o espírito empreendedor, desenvolver novas habilidades e sua própria criatividade. Baseado nesta proposta, optou-se por inserir na HQ deste trabalho interatividade e diversão através de passatempos, palavras cruzadas, jogo dos 7 erros e de correspondência, retratando a importância da HQ em uma perspectiva cultural, criativa e dinâmica.

A criação de HQ's faz com que se possa imaginar objetos e criaturas em um universo próprio, individual e criativo. A Mecânica Quântica, por exemplo, necessita desta abstração para o entendimento do conteúdo. Neste sentido, Paiva [25] produziu uma HQ que retratava alguns conceitos sobre o comportamento das partículas e o princípio da incerteza. Este trabalho é interessante porque há diálogos entre personagens como os elétrons ou criaturas que aparecem no decorrer da história, provocando nos leitores a curiosidade sobre o tema e o prazer em continuar a leitura.

Porém, como as descobertas ainda são recentes no mundo quântico, a HQ de Paiva se comporta em um espaço ainda inexplorado em que os personagens se encontram apenas em um fundo com cores. Por sua vez, a HQ produzida nesta dissertação busca trazer elementos significativos que mostram o ambiente em que os personagens esteja e, mais do que isso, visam ambientar os leitores em uma sala de aula descontraída e interessante com o objetivo de mostrar que temas mais complexos e abstratos também podem ser ensinados com simplicidade e correlacionados com o uso de tecnologias cotidianas oriundas destes temas estudados.

Portanto, os elementos constituintes deste trabalho apresentam características que proporcionam aos alunos a possibilidade de desenvolver conceitos relativos à pesquisa científica, experimental e conceitual. A ênfase no conteúdo deve fazer com que os alunos realizem sua própria busca por mais aprendizado e também trabalhar o lúdico dos discentes de forma a maximizar o desenvolvimento intelectual, social, crítico e cognitivo dos alunos/leitores.

## 4. A Física envolvida no Produto Educacional

Neste capítulo, será abordado sobre a Física envolvida na HQ, o conteúdo mencionado é responsável pelas experiências de Oersted, Ampère e Faraday.

### 4.1. Experimento de Oersted

Pesquisas científicas são realizadas a todo momento, e se baseiam em pressupostos já existentes, decorrente de tentativas, erros e postulados conhecidos. Fato que ocorreu com a eletricidade e magnetismo na qual ambos já se faziam de compreensão, porém sem que algo seja perfeitamente explicado [26]. Um dos principais experimentos que contribuíram para o desenvolvimento do Eletromagnetismo foi o de Oersted.

Desde o Século IV a.C. já era notável que as bússolas sofriam distorções durante períodos chuvosos e, por consequência dos raios, a polaridade podia ser alterada. No início do século XVIII, o *Philosophical Transactions of the Royal Society* de Londres descobriu que raios podiam imantar ferro e que eles eram ocasionados por descargas elétricas [27].

Por volta de 1750, Franklin comentou que durante uma tempestade, nas bússolas do capitão Waddel, as polaridades se inverteram, o norte se tornou sul e vice-versa. [27]. Entretanto, a experiência relatada poderia conter erros que fizeram com que Franklin aceitasse a hipótese de Franz Aepinus (1724-1802) de que a imantação da agulha surgia a partir do aquecimento gerado pelas descargas. Em uma carta produzida por Franklin, ele dizia:

“Em relação ao magnetismo, que parece ser produzido pela eletricidade, minha opinião real é que esses dois poderes da natureza não possuem afinidade mútua, e que a aparente produção do magnetismo [pela descargas elétricas] é puramente acidental” [28].

No início do século XIX, acreditava-se que existia relação entre eletricidade e magnetismo e os cientistas estavam a procura para provar tal crença. O que poderia ser relatado por Oersted como algo filosófico, como escrito por ele em um artigo para a Enciclopédia de Edinburgh:

“O eletromagnetismo foi descoberto no ano de 1820 pelo professor Hans Christian Oersted, da Universidade de Copenhagem. Durante toda a sua carreira como escritor, ele aderiu à opinião de que os efeitos magnéticos

são produzidos pelos mesmo poderes que os elétricos. Ele não foi levado a isto pelas razões comumente alegadas a favor desta opinião, mas por um princípio filosófico, o de que todos os fenômenos são produzidos pelo mesmo poder original..." [28].

O relato feito por Oersted não foi aceito pelo meio acadêmico e a versão que mais é aceitável se originou das trocas de mensagens entre Hanteen e Faraday.

A descoberta do eletromagnetismo, que os historiadores mais conhecem, partiu de uma carta de Hansteen e Faraday, que foi escrita muito antes da famosa experiência de Oersted. Oersted ministrou um curso de eletricidade e magnetismo na Universidade de Copenhague em 1819-1820. Os cursos administrados por ele referiam-se às ideias das unidades envolvendo a natureza, incluindo a eletricidade e o magnetismo, porém como não havia nada concreto utilizava experiências em que não se tratava sobre o eletromagnetismo. Entretanto, após uma aula normal em abril de 1820, ele então fez a célebre descoberta

"Oersted sempre colocou o fio condutor de sua pilha em um ângulo reto sobre a agulha magnética, sem notar movimentos perceptíveis. Uma vez, após sua aula, em que empregara uma forte pilha para outras experiências, disse nos: "Experimentemos colocar o fio paralelamente à agulha". Fazendo isto, ficou perplexo ao ver a agulha oscilar com força (quase em ângulo reto com meridiano magnético). "Invertamos – disse depois - a direção da corrente". E então a agulha se desviou na direção contrária. Deste modo foi feito a grande descoberta. Há razão em dizer-se que tropeçou com a sua descoberta por acaso. Assim como os outros, não teve ideia alguma de que a força não poderia ser transversal" [29].

A carta escrita por Hansteen, descreve o que quase se tornou a experiência definitiva de Oersted. Durante a publicação do artigo intitulado termo-eletricidade, Hansteen realizou uma experiência mais simples com objetivo que a agulha da bússola girasse livremente. A ideia se baseava em colocar um fio condutor perpendicular a bússola ou pelas laterais. Porém, a experiência ocorreria apenas quando colocava-se o fio paralelo a agulha, ou seja, havia um "jeito certo" de posicionar o fio com a agulha para que houvesse a deflexão dela (a força não podia está na transversal).

Oersted acreditava que poderia imantar o fio apenas com luz e calor. Nessa perspectiva, ele acreditava que o fio era um tipo de polo magnético extenso. Partindo desse pensamento, colocar o fio paralelo acima da agulha magnética não seria a melhor hipótese a se tratar.

Outra hipótese é que, caso Oersted colocasse o fio logo acima do vidro da bússola, o efeito esperado por essa ação é que um dos polos fosse atraído ou

repelido, o que poderia ocasionar apenas em uma pequena inclinação da agulha [30].

Oersted [30], descreve mais de 50 experiências dos mais variados modelos e a maioria ele estabelece que a influência da corrente elétrica não depende do material do fio condutor. Existem estudos do fio em várias posições e em um deles, quando o fio é colocado de maneira paralelo à bússola e conduzindo corrente elétrica, a bússola sofre uma distorção.

Essa descoberta de caráter revolucionário teve repercussão imediata. Um dos primeiros a questionar foi Arago, secretário Perpétuo da Academia de Ciências de Paris que juntamente com outros físicos, declarou que era impossível tal descoberta, e só acreditou quando foi realizada a experiência em 19 de agosto de 1820, por Auguste de la Rive, com auxílio de Pictet, com presença de Prévost, De Saussure, Marcet, de Candolle e outros [31].

A definitiva descoberta de Oersted, pode provar que quando existem cargas elétricas em movimento, é gerado um campo magnético diferente do provocado pela Terra. Esta descoberta foi o início dos estudos sobre o eletromagnetismo.

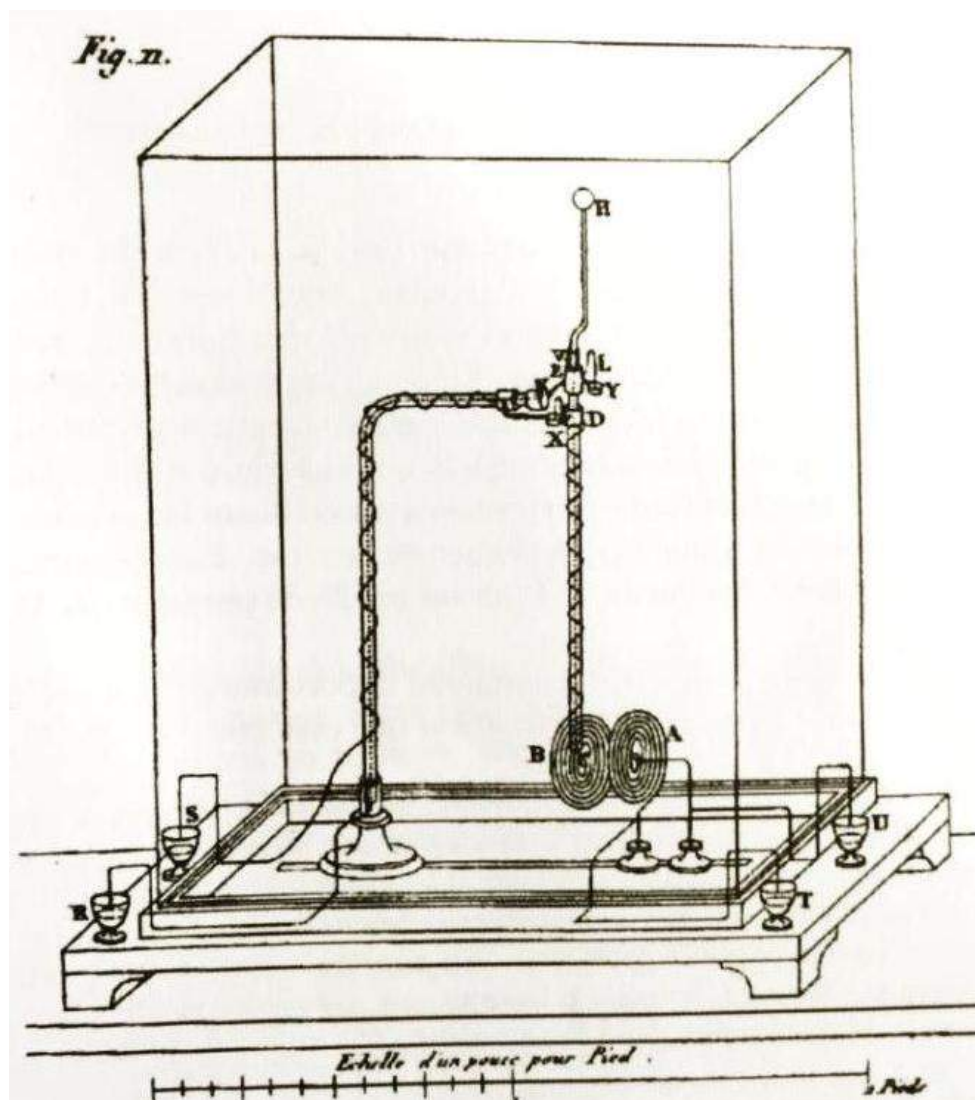
## **4.2. Experimento de Ampère**

A descoberta de Oersted, provando que uma agulha magnética muda de direção quando se encontra próximo a uma corrente elétrica, teve um grande impacto para André Marie Ampère (1775-1836), porque, diferente dos demais pesquisadores, ele aceitou imediatamente a teoria e até propôs que dentro da Terra e dos ímãs existem correntes elétricas [31].

Segundo James Clerk Maxwell (1831-1879), com as habilidades experimentais e matemática, Ampère criou e até desenvolveu as hipóteses sobre interações entre correntes elétricas e magnetismo [32]. Ampère iniciou o termo “eletrostático” e “eletrodinâmico”, quando iniciou seu trabalho (Figura 33) que se tornou sua principal obra, Teoria dos Fenômenos Eletrodinâmicos Deduzidos Unicamente da Experiência conhecida como Théorie [33].

O objetivo desta obra era descrever a interação das cargas da corrente elétrica através de uma “fórmula”, termo utilizado por Ampère para definir uma expressão matemática.

Figura 33: Experiência original de Ampère em que observou pela primeira vez a interação entre dois condutores conduzindo correntes constantes.



Fonte: Assis e Chaib [33]

Jean-Baptiste Biot (1774-1862) compreendia que a experiência de Oersted era uma consequência dos efeitos da Lei de Coulomb para o magnetismo, envolvendo os polos magnéticos no fio [34] e Ampère acreditava que os efeitos magnéticos seriam interações entre correntes elétricas.

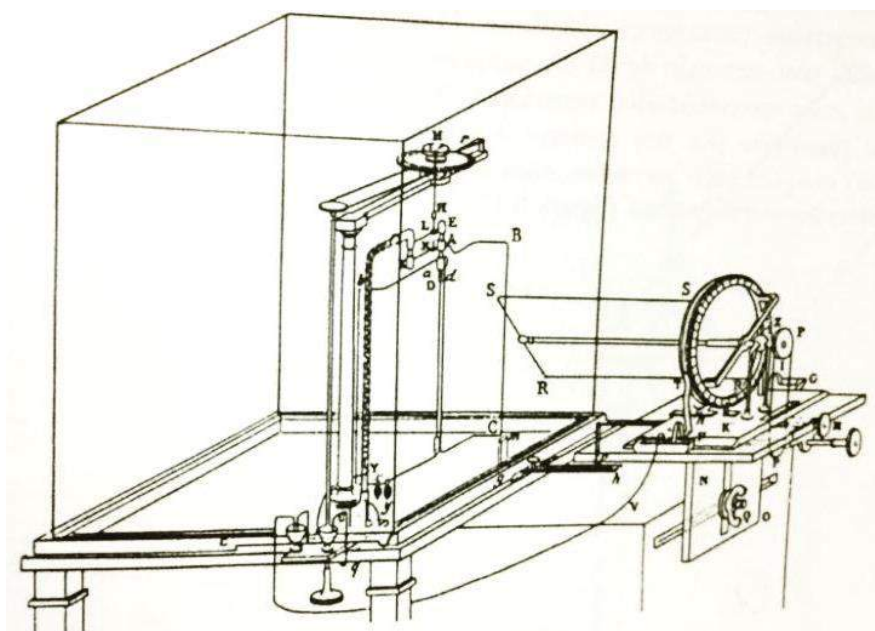
Um método utilizado para se obter alguma conclusão, foi a **interpolação**: consistia em obter os valores da força exercida sobre um fio quando se muda um parâmetro, assim algumas contribuições por esse método: força elástica de Hooke, força eletrostática, força magnética de Coulomb. Com isso determina uma função força versus o parâmetro em que melhor define a distribuição de pontos. Com isso cria um método entre grandezas de modo indireto, Biot que utilizou esse método descreve como “uma espécie de adivinhação” [34].

Ampère utilizou o método da interpolação (Figura 34) com algumas experiências com objetivo de adquirir uma fórmula da força eletrodinâmica. Porém, não conseguiu adquirir por duas circunstâncias, a primeira devido a interferência do magnetismo terrestre, e segundo, por causa da falta técnica para a construção de um aparato experimental preciso, puramente eletrodinâmico, com objetivo de obter uma quantidade de pontos.

Ampère indicou que devido a sensibilidade das grandezas, Biot não obteve resultados coerentes com a experiências eletromagnéticas [34]. Ampère afirmou por dois motivos, o primeiro pela suposição em que os elementos contidos no fio eram diferentes quando interagia com o ímã, sendo um independente do outro. E que a força que Biot e Savart aplicava produzia um torque devido a uma força, o que significaria que iria contra a terceira lei de Newton.

Com isso, poderia indicar o princípio fundamental da mecânica newtoniana da ação-reação entre corpos, na qual as forças se aplicam em pares de forças aplicadas em corpos distintos.

Figura 34: Instrumento que Ampère utilizou para obter os resultados experimentais e depois utilizar o método de interpolação.



Fonte: Assis e Chaib [33].

No início de 1822, com algumas experiências fracassadas, Ampère percebeu a importância da metodologia para desenvolver a sua fórmula de força.

Ampère utiliza o elemento de corrente uma quantidade infinitesimal, de acordo com o tamanho do circuito ( $dl$ ) com um produto com a da corrente elétrica ( $i$ ). Acreditava que a resultante da força seria um somatório das contribuições de cada elemento de corrente.

Com o decorrer de suas pesquisas, Ampère percebeu alguns fenômenos que permitiram construir um novo procedimento experimental, no qual o objetivo era extrair uma relação de forças, método utilizado que ficou conhecido como “casos de equilíbrio” [33].

No método apresentado, interage com objeto que se apresenta em movimento e permanece em situação estática de acordo com o ponto de referencial. Desta forma pôde relacionar observações experimentais com as leis de Kepler para o movimento dos planetas.

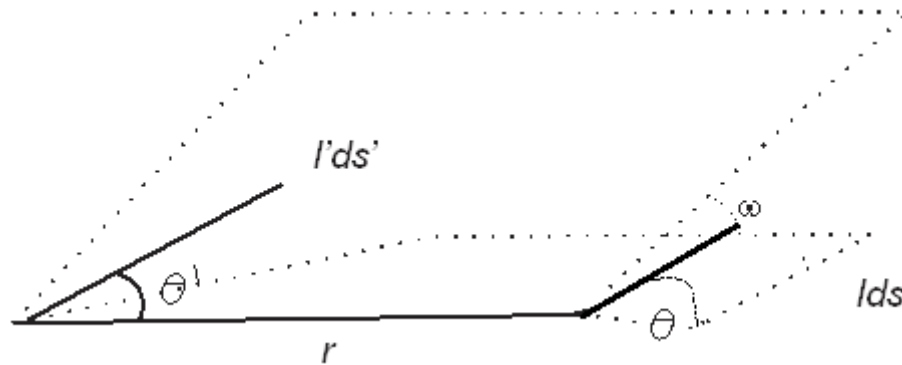
Logo depois, através de cálculos, desenvolve-se uma expressão generalizada para a força com os elementos interagentes, e com as expressões e termos gerais juntamente com as leis experimentais enunciadas, através dos casos de equilíbrio.

Na obra “Théorie”, Ampère busca encontrar sua fórmula de força, então chegou na expressão geral [33],

$$\frac{idl i' dl'}{r^n} (\sin\theta \sin\theta' \cos\omega + k \cos\theta \cos\theta') \quad (1)$$

Os termos  $idl$  e  $i'dl'$  são os elementos de corrente,  $r$  é o segmento de reta que une os elementos de corrente pelos seus pontos médios, os ângulos  $\theta$  e  $\theta'$  são os ângulos formado entre, respectivamente, cada elemento de corrente e  $r$ ,  $\omega$  é o ângulo entre os planos, formados entre os dois elementos de correntes interagentes e a reta  $r$  (Figura 35). E os termos  $n$  e  $k$  são constantes de proporcionalidade a serem descobertas.

Figura 35: Ângulos  $\Theta$ ,  $\theta'$ ,  $\omega$  e dos elementos de corrente  $I ds$   $I' ds'$ .



Fonte: próprio autor.

Dessa maneira utilizando a expressão com a força entre elementos de corrente [33], temos

$$\frac{idli' dl'}{r^n} \left( \sin\theta \sin\theta' \cos\omega - \frac{1}{2} \cos\theta \cos\theta' \right) \quad (2)$$

Ou podemos usar uma transformação trigonometria esférica

$$\cos\varepsilon = (\sin\theta \sin\theta' \cos\omega + \cos\theta \cos\theta')$$

Substituindo temos uma nova expressão

$$d^2F = K_M \frac{idli' dl'}{r^2} \left( \cos\varepsilon - \frac{3}{2} \cos\theta \cos\theta' \right) \quad (3)$$

Em que  $\varepsilon$  é o ângulo dos elementos de corrente [33]. E  $K_M$  é uma constante de proporcionalidade que depende das unidades em que se esteja trabalhando.

Atualmente utiliza-se a força de elemento de corrente  $I_2 d\vec{s}_2$  em  $I_1 d\vec{s}_1$ , desta forma o valor fica

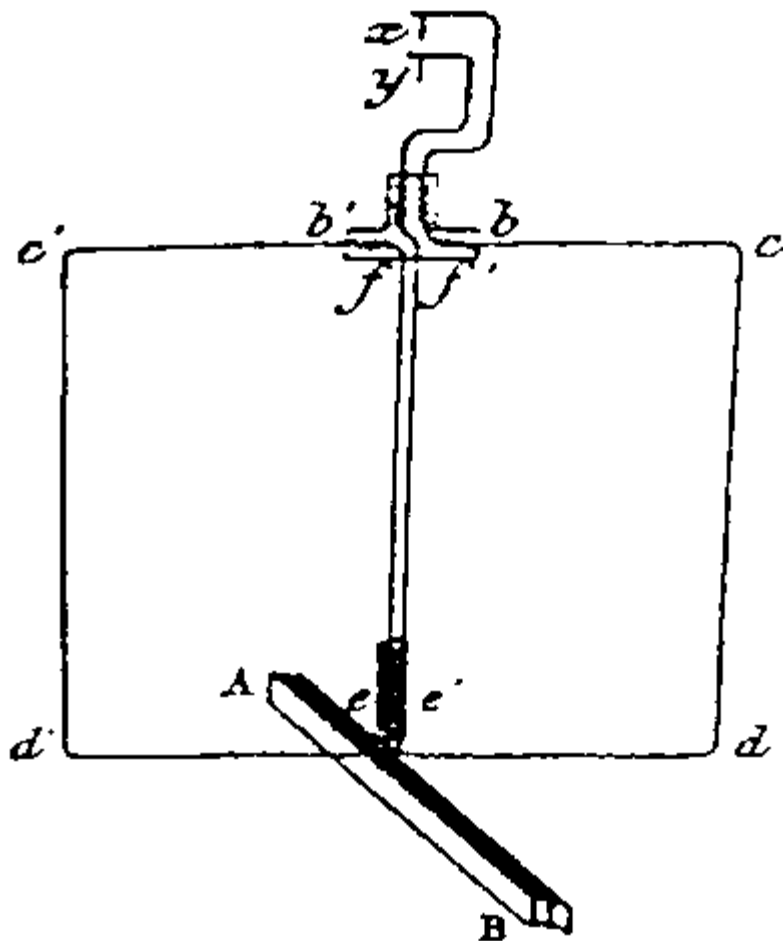
$$d^2\vec{F}_{21} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{4\pi r_{12}^2} \hat{r}_{12} [2(d\vec{s}_1 \cdot d\vec{s}_2) - 3(d\vec{s}_1 \cdot \hat{r}_{12})(d\vec{s}_2 \cdot \hat{r}_{12})]. \quad (4)$$

E neste caso no S.I.  $K_M = \frac{\mu_0}{4\pi}$ , esse valor é a constante de permissividade magnética no vácuo. Caso a força  $\vec{F}_1$  seja aplicada em  $\vec{F}_2$  teremos  $d^2\vec{F}_{21} = -d^2\vec{F}_{12}$ , o que acontece no eletromagnetismo da atualmente.

Ampère, quando observou experimentalmente a interação dos elementos de corrente e o efeito magnético da Terra, propôs um conjunto de espiras que denominou “espira estática” e visava produzir campo magnético forte o suficiente para suplantarem os efeitos do magnetismo terrestre [33] e que seriam a parte superior do circuito mostrado na figura 36.



Figura 36: Experimento de Ampère primeiro caso de equilíbrio.

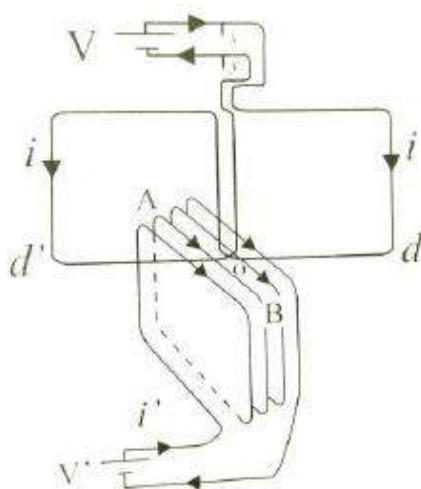


Fonte: Assis e Chaib [33].

O sistema ilustrado na figura 36 determina uma corrente elétrica que circula no sentido horário e no sentido anti-horário, um por vez. A força magnética da Terra neste aparelho é indiferente, tendo que as metades (b, c, d e e') sofrem um torque em sentido oposto. Ampère utilizou uma espira estática para realizar o equilíbrio das correntes antiparalelas, em que abaixo dele ocorre uma corrente horizontal AB.

A corrente horizontal AB, na experiência é o resultado de um efeito multiplicador de vários fios retilíneos, isolados uns dos outros e passando corrente no mesmo sentido. O multiplicador foi construído de maneira a simular uma bobina retangular com N voltas.

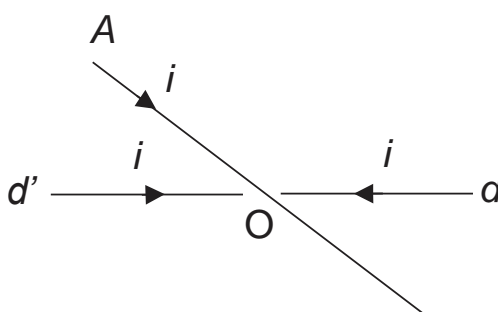
Figura 37: Bobina retangular logo abaixo da espira estática. A espira pode girar ao redor do seu próprio eixo vertical e a bobina se encontra fixa no laboratório.



Fonte: Assis e Chaib [33].

O funcionamento dessa “bobina” segue a configuração similar à ilustrada na figura 37, dos segmentos horizontais e os sentidos das correntes ( $i$ ) e a espira estática ( $dd'$ ) da figura 38.

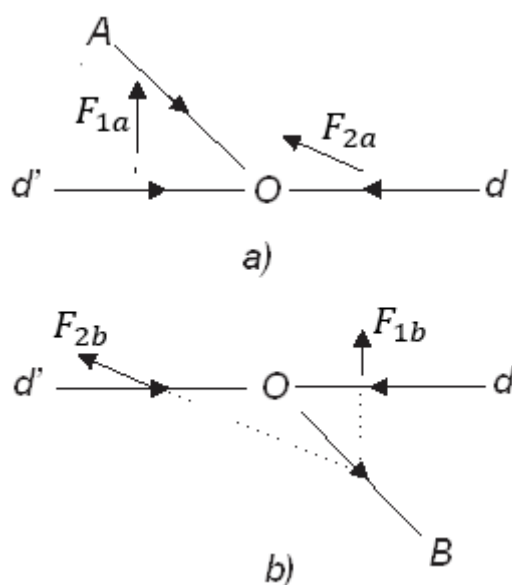
Figura 38: Vista superior dos segmentos horizontais com os sentidos da corrente, da espira estática  $dd'$  e da bobina retangular  $AB$ .



Fonte: Próprio autor.

Para compreensão do efeito, a figura 38 foi dividida em duas partes (Figura 39): em que na primeira parte existe uma força atrativa  $F_{1a}$  que corresponde à força que a primeira parte da bobina horizontal  $AO$  exerce sobre a parte  $d'O$  da espira estática. A primeira parte também exerce uma força  $F_{2a}$  na parte  $d'O$  do circuito. A força que  $F_{1a}$  exerce é diferente da  $F_{2a}$ .

Figura 39: a) atração em que a primeira parte da bobina retangular  $AO$  exerce sobre a primeira parte da espira estática  $d'O$  e na segunda parte  $dO$ . b) repulsão em que a parte da bobina retangular  $OB$  exerce sobre as partes da  $Od'$  e  $Od$  da espira estática.



Fonte: Próprio autor.

A segunda parte da bobina horizontal, definida pelo segmento  $OB$ , exerce uma força  $F_{1b}$  de repulsão na parte da espira estática  $dO$ , enquanto na segunda parte da espira a força é de repulsão  $F_{2b}$  no segmento  $d'O$  e a força  $F_{1b}$  também é diferente e  $F_{2b}$ .

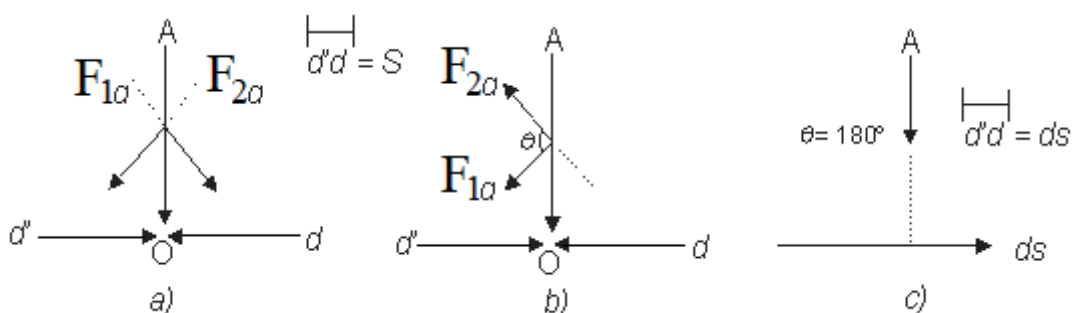
A espira estática com corrente  $i$ , pode girar em seu próprio eixo vertical passando por  $xy$ . Mesmo fazendo esse movimento experimentalmente ela permanece em equilíbrio para qualquer ângulo em que se forme com a corrente  $AB$ .

Logo, os efeitos das forças apenas serão observados se os elementos de corrente puderam obter duas configurações sendo repulsiva e atrativa dependendo se alterar o sentido da corrente.

O efeito de atração das forças  $F_{1a}$  e  $F_{2a}$  ocorre devido a corrente está se aproximando do centro  $O$ , enquanto que para as forças  $F_{1b}$  e  $F_{2b}$ , o efeito é repulsivo porque a corrente que flui em  $dO$  e  $d'O$  se aproximam do centro e  $OB$  se afasta. A intensidade da força de  $F_{1a}$  é exatamente igual a e  $F_{1b}$ , com isso gera um torque igual mas em sentidos opostos de modo que  $T_{1a} = -T_{1b}$  e  $T_{2a} = -T_{2b}$ .

Para entender a conclusão que Ampère propôs, observe a figura 40

Figura 40: a) segmentos  $d'O$  e  $dO$ , sendo atraídos pelas forças. b) O segmento  $Od$  é repelido pela força  $F_{2a}$  e  $d'O$  é atraído pela força  $F_{1a}$ .



Fonte: Próprio autor.

Na figura 40a o segmento vertical se encontra em equilíbrio nas forças que se mantêm atrativas  $|\vec{F}_{1a}| = |\vec{F}_{2a}|$ .

Na figura 40b o segmento  $Od$  repele o segmento vertical enquanto  $d'O$  o atrai. No elemento horizontal o plano horizontal exerce sobre o vertical ações de mesmo módulo, porém uma atrativa e a outra repulsiva. No segmento  $Od$  a corrente se afasta e em  $d'O$  se aproxima. Portanto, quando diminui o tamanho do segmento, de modo a ser infinitamente pequeno, os elementos têm uma ação de se anular, na proporção em que os tamanhos dos elementos tende a zero.

Na figura 40c, quando o ângulo  $\Theta$  formado entre as forças  $\vec{F}_{1a}$  e  $\vec{F}_{2a}$  tende a  $180^\circ$  a força resultante tende a zero. Contudo, Ampère conclui que a ação entre duas quantidades infinitamente pequenas de elementos de corrente se anularam sempre que os elementos estivessem em um plano que passa por um ponto médio do outro elemento e que esteja ortogonal a este plano. Com este caso pode-se concluir que:

- ✓ Quando existem duas correntes paralelas de mesmo sentido elas se atraem.
- ✓ Quando existem duas correntes paralelas de sentidos opostos elas se repelem.
- ✓ Quando duas correntes retilíneas se aproximam ou se afastam de um plano ou ponto haverá uma força de atração.
- ✓ Quando uma corrente retilínea se aproxima e outra corrente retilínea se afasta de um plano ou ponto haverá uma força de repulsão.
- ✓ Quando dois circuitos retilíneos têm o mesmo tamanho sobre eles fluem correntes de mesma intensidade haverá uma força de mesmo

módulo quando existe uma terceira corrente elétrica com mesma distância.

- ✓ Quando um elemento estiver em um plano no qual passa por um ponto médio de outro elemento ortogonal ao plano, o efeito eletrodinâmico entre os elementos é nulo.

Com essa experiência Ampère mostrou que quando passam por fios uma certa quantidade de corrente elétrica no mesmo sentido, eles se atraem e quando passam pelos fios corrente elétrica em sentido contrário eles se repelem.

### 4.3. Experimento de Faraday

A descoberta de Oersted, quando publicada em 21 de junho de 1820 [37], trouxe ao mundo científico uma descoberta promissora que abriu inúmeras possibilidades para pesquisas sobre eletromagnetismo. Um dos pesquisadores atuantes neste campo foi Faraday.

No mesmo ano, mas em setembro, Faraday fez inúmeras experiências em uma semana, sobre atrações eletromagnéticas, porém as evidências eram apenas comprovando experiências já realizadas anteriormente. No ano de 1821, Faraday recebeu de Richard Phillips uma carta, que continha inúmeras dúvidas a respeito das suas experiências e questionando um artigo que Faraday havia sugerido para leitura [35].

Uma carta novamente enviada por Richard com data de 4 de setembro, refuta o recebimento do artigo e nela Richard deveria publicar, em que Faraday pediu para que fosse a público anonimamente, [36]:

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 [36].

Com as informações reveladas, Faraday foi convidado a escrever uma revisão para a revista *Annals of philosophy* em que neste artigo fossem realizados as correções e seu nome não estivesse a amostra.

Faraday se propôs a estudar várias obras e publicou um artigo em três partes, com o título de “Historical sketch of electro-magnetism” [37].

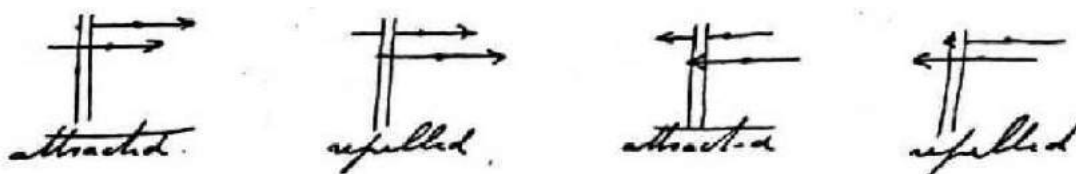
Na primeira parte do artigo Faraday fez um resumo do trabalho que Oersted realizou, mencionando as contribuições, hipóteses e considerações a respeito da descoberta do eletromagnetismo. Na segunda parte escreveu sobre os pesquisadores após a descoberta de Oersted, com ênfase apenas em fenômenos descobertos, sem que houvesse nenhuma consideração sobre as descobertas mencionadas. Nessa segunda parte mencionou o trabalho de Arago, pesquisador francês que foi o primeiro físico a conhecer a descoberta de Oersted e a comunicá-la à Academia de Ciências de Paris, o que permitiu que Ampère conhecesse o trabalho.

Com o conhecimento de Ampère produziu em trabalhos científicos, Faraday tornou-se o pesquisador mais ativo na área, replicando, variando e colocando os resultados dos experimentos de Oersted. O seu trabalho propôs uma redução de fenômenos magnéticos até os efeitos elétricos e analisando os efeitos de interação entre duas correntes elétricas. Faraday comentou sobre os resultados obtidos 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. [38].”

Nos dois primeiros artigos Faraday não trouxe nenhuma descoberta ou fato novo relevante e depois disso, começou a fazer novas pesquisas na Royal Institution.

As primeiras experiências se baseavam em um fio conduzindo corrente na qual deveria atrair ou repelir os polos magnéticos de uma agulha magnética. Faraday, em sua experiência, colocou o fio condutor na vertical aproximando uma agulha para verificar a atração e repulsão. Com essa experiência Faraday descobriu que em cada pólo existia duas posições atrativas e duas repulsivas (Figura 41) o que resultaria na agulha retornar à sua posição original em relação ao fio.

Figura 41: Posições encontradas para cada polo de um ímã, sendo duas de atração e duas de repulsão.



Fonte: Assis e Chaib [33].

O resultado obtido não era o mesmo encontrado por Oersted, Faraday então escreveu:

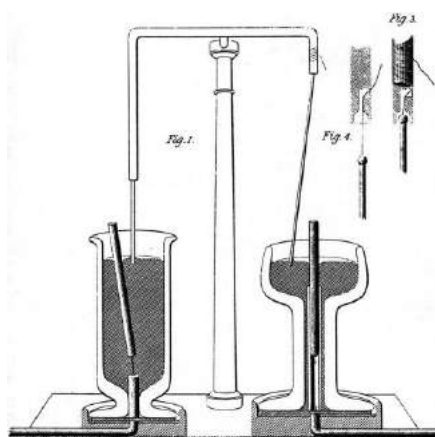
Aproximando o fio, perpendicularmente, na direção de um pólo de uma agulha, este se desviará para um lado, segundo a atração ou repulsão dada na extremidade do pólo; mas, se o fio é continuamente aproximado do centro do movimento [o meio da agulha magnética], por um lado ou pelo outro da agulha, a tendência 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 [39].

Com esse experimento Faraday ficou convencido, a priori, que os polos da agulha magnética não se encontravam nas suas pontas, mas apenas em uma certa distância das extremidades, no eixo da agulha. Mas a descoberta principal dessa experiência foi que quando repetida inúmeras vezes, invés da agulha sofrer uma ação de atração ou repulsão, o polo magnético tendia a girar em torno do fio condutor.

Os resultados obtidos eram compatíveis com os de Oersted, nos quais não houve uma descrição de atrações e repulsões, mas do movimento de rotação da agulha magnética, logo, buscavam-se respostas a questões do direcionamento e não da força, e então Faraday criou várias experiências para tirar as devidas conclusões.

Inicialmente, Faraday conseguiu produzir uma rotação de um fio condutor em torno de um fio em um ímã e logo depois fez o polo girar ao redor do fio (Figura 42). Com ambas as experiências percebeu que quando invertesse o sentido da corrente elétrica a rotação também mudava de sentido.

Figura 42: Aparelho que permite observar a rotação de um fio em torno de um ímã (direito) bem como a rotação de um ímã em torno de um fio condutor (esquerdo).



Fonte: Michael Faraday [40].

Essas rotações eletromagnéticas contribuíram para uma nova área de pesquisa de Faraday [39], era esta bastante extensa, com muitos experimentos e discussões, logo traduzida para o francês [41] e agregado com comentários de Ampère.

Os dois iniciaram uma intensa correspondência e no ano seguinte, em uma carta [42], Ampère escreveu para Faraday descrevendo a repetição do experimento de rotação eletromagnética, analisando e sugerindo que tal experimento poderia ser utilizado como prova da existência de corrente elétrica no interior do ímã. Faraday em resposta, em outra carta em 2 de fevereiro, para Ampère disse:

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 pólos voltaicos assume em relação à posição do pólo magnético [43].

Logo Faraday explicou que o princípio básico da rotação do ímã em torno do seu eixo não era a existência de correntes circulares em seu interior, mas eram interações entre as correntes elétricas que passavam por ele e os polos magnéticos do ímã.

Os trabalhos com a descoberta dos fenômenos de rotação fizeram com que Faraday não continuasse a sua revisão bibliográfica para o *Annals of Philosophy*. Porém, ele completou a terceira parte do seu trabalho pouco tempo depois. Ainda que publicado anonimamente, Faraday iniciou seu relato com a teoria existente sobre eletromagnetismo, que considerou mais significativa, na qual cita: Berzelius, Oersted, Wollaston, Schweigger, Ridolfi e Ampère, e mencionando que as ideias dos últimos autores fossem mais precisas e completas, porém com a necessidade de ser mais aprofundada.

Em 1823, Faraday publicou no *Quarterly Journal of Science*, um artigo intitulado "Historical statement respecting electro-magnetic rotation" [44] no qual argumentava contra acusações sobre ele ter tomado posse das ideias de Wollaston a respeito da questão da rotação eletromagnética. E mesmo com essas acusações, em 18 de janeiro de 1823, Faraday começou uma série de experiências (um total de vinte e quatro) sobre rotações, com ideia totalmente divergente das primeiras tentativas realizadas por ele com foco na rotação de fios ou ímãs em torno do seu próprio eixo.



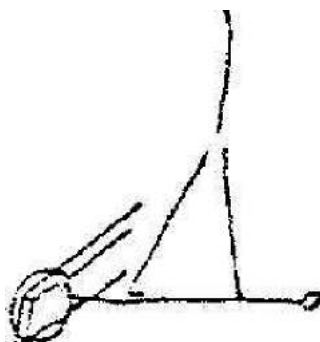
No ano de 1825, no mesmo jornal, Faraday publicou um pequeno trabalho [44] com resultados não satisfatórios da intensidade de corrente elétrica através de um ímã.

Como a corrente elétrica [...] afeta poderosamente um ímã, tendendo a fazer seus pólos passarem ao redor do fio [...] a esperança era, por várias razões, que a aproximação de um pólo de um poderoso ímã diminuiria a corrente de eletricidade [...] [45].

A experiência consistia em conectar os polos de uma bateria em um solenoide cujas extremidades estavam ligadas a um galvanômetro e dentro do solenoide o introduziu um ímã. O objetivo era encontrar alguma deflexão na agulha do galvanômetro, porém os efeitos não foram alcançados.

Faraday, com os resultados não alcançados nas experiências, resolveu se afastar das pesquisas científicas, porém não foi o que ocorreu porque realizou uma experiência em que produziu um anel com fio de cobre e soldou as suas extremidades. Utilizou pedaços de fio de maneira para sustentar o aparato, como uma balança de torção (Figura 43). Faraday realizou algumas tentativas como: aproximar o polo de um ímã em outros ímãs, porém em posições distintas. Outra tentativa foi de aproximar um ímã no formato de ferradura do fio e, por último, repetiu novamente a experiência, porém formou as extremidades do fio em formato de anel. Todas tentativas realizadas não conduziu a nenhum resultado.

Figura 43: Anel de cobre suspenso: procurando produção de corrente pelo magnetismo.



Fonte: Michael Faraday [40].

Essa experiência não trouxe resultados positivos e fez com que Faraday iniciasse uma nova busca sobre eletromagnetismo, até que em 1831, encontrou a indução eletromagnética.

Essas considerações, com suas conseqüências, a esperança de obter eletricidade do magnetismo comum, estimulou-me várias vezes a investigar experimentalmente o efeito indutivo das correntes elétricas. Eu, ultimamente, cheguei a resultados positivos, e não apenas tive minhas expectativas realizadas, mas obtive a chave que parece abrir várias explicações dos fenômenos magnéticos de Arago e, também, descobrir um novo estado que pode, provavelmente, ter influência em alguns dos mais importantes efeitos das correntes elétricas [46].

Os registros no diário de Faraday não apresentam nenhum registro do porquê ter começado os novos experimentos. No início de 1831 a julho do respectivo ano, Faraday voltou seus estudos para figuras acústicas em sólidos e líquidos.

Sem qualquer explicação inicial nas anotações de Faraday para o dia de 29 de agosto de 1831, iniciou com a descrição de um anel de ferro doce (Figura 44) construído para um experimento.

Figura 44: Imagem do anel utilizado para a experiência de 1831.



Fonte: Michael Faraday [40].

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 [47].

A ideia de Faraday era que a passagem de corrente elétrica em um dos enrolamentos poderia induzir uma corrente elétrica em outro enrolamento. A união de dois enrolamentos cujas extremidades estavam conectadas a um fio de cobre em que passa uma agulha magnética, faria com que a agulha pudesse indicar a passagem uma corrente de um lado do anel. Um lado da espira foi conectado a uma

bateria com 10 pares de placas com 4 polegadas quadradas e quando liga este lado, uma corrente elétrica foi detectada pelo outro lado do anel, “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” [47].

Faraday encontrou um efeito quando uniu as duas extremidades das espiras de um lado em um único enrolamento e conectou a uma bateria. Quando acionado percebeu um efeito com intensidade maior na agulha. A corrente surgia no lado oposto imediatamente após ligar o outro lado a bateria ou desligá-lo.

Nesta experiência bem sucedida, Faraday, após anos de tentativas, encontrou o efeito de uma corrente elétrica sobre a outra, ao invés do ímã sobre uma corrente elétrica.

Logo depois, Faraday realizou outras experiências e conseguiu resultados similares, ou seja, apenas no momento em que estabelecia ou interrompia a ligação com a bateria observava a corrente induzida. Logo Faraday fez a seguinte observação: “Não poderiam esses efeitos temporários estarem conectados com as causas da diferença entre os efeitos de metais em repouso e em movimento, nos experimentos de Arago?” [47].

Faraday compreendeu que o anel não iria gerar nenhum resultado quando estivesse em repouso, não iria reproduzir nenhum efeito sobre o ímã, os resultados só iriam aparecer quando o disco estivesse em movimento em relação ao ímã.

Retornando as experiências sobre o eletromagnetismo, Faraday realizou uma experiência em que utilizou um cilindro de ferro e hélice em forma de L, que continha um pequeno cilindro de ferro envolvido por quatro pedaços de fio.

Todos os fios foram unidos em uma única hélice e conectados à hélice indicadora, a distância, pelo fio de cobre: depois o ferro foi colocado entre os pólos da barra magnética, como em um dos primeiros experimentos e na figura anterior. Toda vez que o contato magnético no norte ou sul foi estabelecido ou quebrado, existiu movimento magnético na hélice indicadora, o efeito sendo como nos primeiros casos, não permanente, mas meramente empurrando ou puxando. Mas, se o contato elétrico (isto é, através do fio de cobre) era quebrado, então as disjunções e contatos não produziram qualquer efeito. Assim, distinta conversão de magnetismo em eletricidade [47].

Figura 45: Pinça formada por dois ímãs: para obter corrente induzida pela ação de um ímã permanente.



Fonte: Michael Faraday [40].

Esta experiência teve ótimo resultado, pois Faraday obteve, pela primeira vez, a corrente elétrica induzida pela ação de um ímã permanente, o que gerou a partir do dispositivo, uma variação magnética mesmo que rápida no cilindro de ferro. Isso sem a utilização de nenhuma bateria. A “pinça” (Figura 45) formada pelos dois ímãs produzia o efeito desejado. Essa experiência é compreendida como mais facilidade se realizada com descrito pelos livros didáticos: aproximando e afastando rapidamente um ímã de uma bobina.

Com resultados obtidos a partir do anel e pinça, Faraday concluiu que o primeiro se referia a um segundo enrolamento, enquanto a experiência da pinça gerava apenas uma variação magnética.

A hipótese experimental foi confirmada por Faraday em 29 de setembro de 1831, quando usou pela primeira vez a expressão “efeito induzido” para explicar esse fenômeno

Os resultados que eu havia obtido nessa época com ímãs, levaram-me a acreditar que a corrente da bateria através de um fio induzia realmente uma corrente semelhante através do outro fio, mas que ela continuava apenas durante um instante, e tinha a mesma natureza da onda elétrica que passa através do choque de uma garrafa de Leyden, e não como a corrente de uma bateria voltaica, e por isso poderia magnetizar uma agulha de aço, embora afetasse pouco o galvanômetro [48].

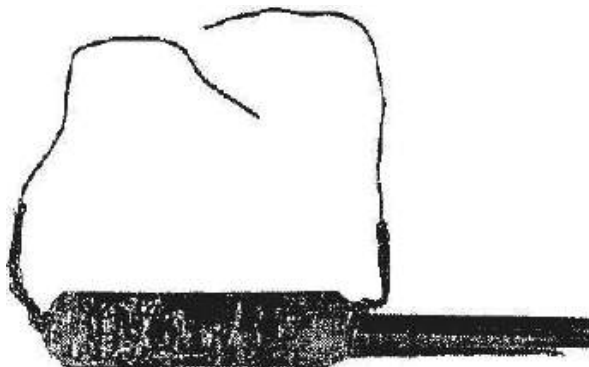
Faraday estava convicto que seria possível produzir correntes elétricas por dois métodos, por outra corrente elétrica e por variação magnética. Mesmo na tentativa de obter efeitos por aproximação e afastamento de ímãs, não obteve sucesso, porém os efeitos poderiam existir. Com essa premissa, no dia 17 de

outubro de 1831, Faraday realizou a sua experiência mais famosa, a de indução de corrente devido a movimentação de uma barra magnética dentro de uma bobina.

As informações registradas em seu diário referem a um cilindro de papel, oco, coberto por 8 enrolamentos de cobre na mesma direção, separados por algodão, identificado como arranjo 0.

Existiam oito extremidades da hélice, em uma extremidade do cilindro, foram unidas após terem sido limpas e então juntou-se como um feixe. A mesma coisa foi feita na outra extremidade. As extremidades foram conectadas a um galvanômetro por longos fios de cobre, conforme a figura 46.

Figura 46: Foto do cilindro de papel com o ímã em barra, utilizando na experiência mais conhecida em 17 de outubro de 1831.



Fonte: Michael Faraday [40].

A montagem da experiência ocorre da seguinte maneira

Depois, um ímã cilíndrico de 3/4 de polegadas de diâmetro e 8 1/2 polegadas de comprimento, teve uma extremidade inserida dentro da hélice – depois foi rapidamente empurrada em todo seu comprimento, e a agulha do galvanômetro moveu-se – depois, foi empurrada para fora e novamente a agulha se moveu, mas em direção oposta. Este efeito se repetiu todas as vezes que o ímã era colocado dentro ou retirado e portanto, uma onda de eletricidade foi assim produzida pela mera aproximação de um ímã e não por sua formação in situ [47].

Ou seja, a descoberta se baseava no movimento de um ímã que gerava uma corrente elétrica no condutor.

Esta última experiência de Faraday é um exemplo claro da força eletromotriz (fem) resultante do movimento do ímã, expressa pela regra do fluxo magnético [49],

$$\varepsilon = - \frac{d\phi_B}{dt} \quad (5)$$

Sendo  $\frac{d\phi_B}{dt}$  a taxa de variação do fluxo magnético em relação ao tempo para uma geometria fixa.

De forma empírica, Faraday descobriu que se a fem for igual a taxa de mudança de fluxo [49]

$$\varepsilon = \oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\phi_B}{dt}, \text{ portanto } \phi_B = \iint \vec{B} \cdot d\vec{s} \quad (6)$$

então o  $\vec{E}$  está relacionado à alteração do  $\vec{B}$  pela equação [49]

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\iint \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{s} \quad (7)$$

A equação (7) trata-se da Lei de Faraday na forma integral. Admite-se que para cada ponto da superfície, há um campo vetorial que é o rotacional do campo elétrico. Desta forma, o campo elétrico está sendo gerado pela variação do fluxo magnético e esse  $\vec{E}$  pode ter um rotacional não nulo.

Pode-se ainda escrever a Lei de Faraday na forma diferencial ao aplicar o Teorema de Stokes [49],

$$\iint (\vec{\nabla} \times \vec{E}) \cdot d\vec{s} = \oint \vec{E} \cdot d\vec{l} \quad (8)$$

$$\iint (\vec{\nabla} \times \vec{E}) \cdot d\vec{s} = -\iint \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{s} \quad (9)$$

As duas integrais de superfície devem valer para qualquer superfície e se isso for verdade, seja a superfície bem definida ou não, então essas duas integrais devem ser iguais a [49] e nos conduz a equação (10):

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \quad (10)$$

A equação 10 indica que a variação do campo magnético no tempo pode gerar campo elétrico. Um campo elétrico não gerado por cargas (campo elétrico induzido, não Colombiano). Diferente de tudo que conhecíamos até então.

Portanto, o trabalho de Faraday complementa os experimentos de Oersted e Ampère, os quais mostram que existe relação entre os efeitos elétricos e magnéticos. O nome eletromagnetismo representa o estudo destes efeitos.

## 5. Teorias e Metodologias relacionadas ao Produto Educacional

Neste capítulo será abordado, resumidamente, as principais características de cada teoria de ensino relacionadas ao desenvolvimento e aplicação o produto educacional desenvolvido neste trabalho. Além disso, utilizou-se a Sequência Didática como uma das metodologias de ensino com o intuito de facilitar o ensino-aprendizagem dos alunos.

### 5.1. David Ausubel e a Teoria da Aprendizagem Significativa

O estudo desenvolvido por Ausubel é base para a teoria de aprendizagem significativa (TAS) e que tem como ponto inicial o conhecimento prévio por parte dos alunos, denominado por Ausubel como subsunçores. O conhecimento adquirido pelo aluno é resultado de um processo em que se segue passo-a-passo. Este processo é de fundamental importância e permita que a estrutura cognitiva do aluno possa absorver o conhecimento desejado.

Segundo Ausubel,

“Se quiséssemos reduzir a psicologia educacional em um único princípio, este seria: -- O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra isso e ensine-o de acordo. Descubra o que sabe e baseie nisso seus ensinamentos” [50].

Para que ocorra uma aprendizagem significativa, o conhecimento que o aluno já possui. Ronca reforça a ideia da importância do aspecto cognitivo definido por Ausubel:

“O professor deve estar atento tanto para o conteúdo como para as formas de organização desse conteúdo na estrutura cognitiva. O conteúdo que é assimilado pela estrutura cognitiva assume uma função hierárquica, onde conceitos mais amplos se superpõem a conceitos com menor poder de extensão” [51].

David Ausubel demonstra a importância necessária de existir uma organização nas informações que o indivíduo irá adquirir em que os elementos específicos do conhecimento são interligados e assimilados de forma crescente, na qual cada aprendizado desenvolvido seja ampliado gradativamente a cada conteúdo apresentado ao indivíduo.

O uso de mapas conceituais pode ser uma estratégia para a organização de temas que serão abordados em aula, sendo uma maneira de criar uma estrutura cognitiva segundo Ausubel. A estrutura dos mapas conceituais tem, em geral,

aparência de fluxogramas com balões contendo temas que se interligam com outros sub-temas.

Nas ciências da natureza, o uso de símbolos se faz presente a todo momento e na medida em que são inseridas para o aluno faz com que este possa ampliar sua própria estrutura cognitiva de forma não arbitrária e não literal, Ronca diz:

“Denomina-se substantividade essa nova informação adquirida onde o indivíduo consegue explicar com suas palavras o que aprendeu, o qual é assimilada à sua estrutura cognitiva e é a essência do novo conhecimento (inovações conceituais). É através da interação de conceitos armazenados na estrutura cognitiva com os novos conceitos que o conhecimento prévio se modifica pela obtenção de novos significados” [51].

A incorporação de novos símbolos na estrutura cognitiva do aluno desenvolve a “subsunção”, o qual faz a materialização dos conceitos mais amplos e significativos.

Para se concretizar a aprendizagem significativa, se faz necessário o desenvolvimento cognitivo e ocorre apenas quando o aluno é capaz de esquematizar um conteúdo novo e articulá-lo aos pré-existentes. Ausubel definiu conhecimento prévio como termo científico para subsunção, um ponto de partida para novos conhecimentos.

Segundo Moreira:

“O subsunção pode ser um símbolo matemático, o dinheiro ou especificações de um carregador de celular (símbolos de grandezas físicas), desde que haja uma conexão com as novas informações conceituais ensinadas. Por exemplo, quando se quer ensinar o conceito de soma, subtração e divisão, deve-se partir do conhecimento prévio do indivíduo e uma coisa que a maioria da humanidade consegue aprender cedo é contar o dinheiro. Quando menciona-se que o subsunção pode ser símbolos de grandezas é por que a maioria dos discente possuem um celular, e geralmente conhecem o símbolo da tensão, talvez não tenham o conhecimento físico para descrever matematicamente, mas é algo que está associado com o seu cotidiano.” [52].

Além dos subsunções, Ausubel propõem que o uso de materiais de ensino que sejam, incentivadores no processo de aprendizagem, que a organização de ideias acessível é aquela na qual o indivíduo seja capaz de apresentar-se em qualquer situação. O material pode ser composto por imagens, pré-textos, experimentos, figuras, entre outros.

Moreira cita que, “Ainda que se garanta a existência de subsunções e que o discente tenha acesso a um material potencialmente significativo, não se tem garantias de sucesso.” [52].



Existem momentos em que o indivíduo deseja apenas memorizar de forma momentânea o conhecimento apresentado de forma arbitrária, ou seja, sem que possa servir de ancoragem para ideias futuras. Segundo Ausubel, isso decorre de uma “aprendizagem mecânica” (AM) em conflito com a aprendizagem significativa. Pino afirma que o aprendizado em Física baseia em larga escala em decorar fórmulas, fazer pequenos resumos e esquecer o conteúdo logo em seguida [53].

Apesar do objetivo ser alcançar aprendizagem significativa, a AM pode ser usada para apresentar subsunçores, porém cabe ao aluno dispor-se a aprender significativamente. Ausubel cita:

“Um estudante aprende a Lei de Ohm, a qual indica que, em um circuito, a corrente é diretamente proporcional à voltagem. Entretanto, essa proposição não será aprendida de maneira significativa, a menos que o estudante já tenha adquirido, previamente, os significados dos conceitos de corrente, voltagem, resistência, proporcionalidade direta e inversa (satisfeitas essas condições, a proposição é potencialmente significativa, pois seu significado lógico fica evidenciado), e que tente relacionar esses significados como estão indicados na Lei de Ohm” [54].

A TAS classifica a aprendizagem como 2 tipos: “aprendizagem por descoberta”, no qual o aluno deve aprender sozinho, podendo encontrar condições e métodos de aprendizados, tudo isso ligado aos seus conhecimentos prévios; e o segundo termo como “aprendizagem receptiva”, no qual o aluno irá receber as informações, como aulas expositivas por exemplo. Estas aprendizagens atuam com mais eficácia na conexão dos conceitos novos, ampliando a estrutura cognitiva do aluno aumentando as possibilidades de ocorrência a aprendizagem significativa [55].

O material apresentado pelo professor será totalmente útil, quando o interesse por parte do aluno for mútuo, caso contrário o material será apenas uma ferramenta sem um objetivo.

Um fator importante para que se possa ter resultados é que professor e alunos, tenham bastante diálogo, pois sem esta conexão, as chances de fracasso durante o processo de ensino-aprendizagem serão grandes.

Com base no que foi apresentado sobre a teoria de Ausubel, o conhecimento prévio inicial irá ser baseada no uso de uma História em Quadrinhos, na qual os alunos já tenham convívio e isso proporcionará que o ensino aprendizagem possa ser potencializados nos alunos.

A história apresentada na HQ irá apresentar conteúdos desenvolvidos gradativamente interligando um tema a outro, de maneira em que o aluno possa assimilar cada tema escolhido.

Em cada tema, o aluno irá ver conteúdos com símbolos, códigos presentes na Física e utilizados em livros e pesquisas científicas. Os símbolos são bem representados ilustrativamente na HQ e cada novo símbolo se destaca para que o aluno possa saber diferenciar progressivamente em sua mente.

Os conteúdos na HQ na forma de texto se interligam com as imagens funcionando como uma espécie de mapa mental relatado por Ausubel sem sobrecarga de conteúdos. Por fim, a teoria de aprendizagem significativa se conecta com a HQ com o objetivo do aluno tenha um máximo aprendizado.

## **5.2. Vygotski e o desenvolvimento intelectual em função das interações sociais**

A metodologia descrita por Vygotski se baseia no desenvolvimento cognitivo por parte de cada indivíduo em que se apresenta no seu dia-a-dia [4].

O aprendizado se baseia em três fundamentos, o primeiro deles é que o desenvolvimento social de cada indivíduo acontece de uma maneira hereditária, de modo que o conhecimento ou qualquer aprendizado seja disseminado de uma mente superior para outra ainda em formação, tendo como exemplo o professor detentor do total conhecimento, repassando aos alunos conhecimentos e que esses, no futuro repassarão para outros.

O segundo fundamento é que o desenvolvimento mental do indivíduo só será eficaz quando se utiliza instrumentos e signos que se façam presentes em seu cotidiano.

E o terceiro e último fundamento, como definido por Vygotski, é o “desenvolvimento experimental” na qual uma explicação, quando não compreendida, é reformulada de maneira distinta e apresentada novamente ao aluno [4]. Caso o aluno não tenha sucesso de aprendizado com a nova explicação, será reformulada uma nova ideia com explicações novas até que o aluno consiga entender o conteúdo desejado pelo professor.

A maneira de aprender é muito diversificada, isso porque cada estudante aprende de maneira diferente do outro. Alguns estudantes aprendem usando tecnologia, outros com exemplos de seu dia-a-dia, imagens, experimentos, etc.

Segundo Vygotski conhecimento é adquirido ao longo da vida, o que nos faz pensar que existem momentos para aprender um determinado conhecimento. Vygotski cita que “O sistema de atividade da criança é determinado em cada estágio

específico, tanto pelo seu grau de desenvolvimento orgânico quanto pelo grau de domínio no uso de instrumentos” [4]. Dessa forma, o aprendizado pode ser dividido em faixas etárias de cada indivíduo.

O papel do professor é de fundamental importância em qualquer ambiente que se encontre, Vygotski acredita que a função do professor seja comparado a de um entrevistador, que esteja em constante diálogo com o aluno [4].

No decorrer do tempo, os alunos irão possuir uma vasta experiência em determinado assunto, fazendo com que o aluno seja capaz de produzir ramificações de aprendizado que possam ser utilizados futuramente, como por exemplo em explicações em trabalhos que irão apresentar em alguma circunstância de aprendizagem.

Com o passar dos anos, os alunos se tornam jovens com necessidade ainda maior de diálogos entre eles adquirindo experiências e um crescimento educacional a fim de resolver situações problemas que o mundo os apresentará.

“[...] a capacitação especificamente humana para a linguagem habilita as crianças a providenciarem instrumentos auxiliares na solução de tarefas difíceis, a superar a ação impulsiva, a planejar uma solução para um problema antes de sua execução e a controlar seu próprio comportamento” [4].

Os alunos começam a perder informações com o tempo, sendo de grande importância instrumentos capazes de auxiliar a lembrança, como por exemplo recursos digitais. Segundo Vygotski, “No caráter daquelas funções com a ajuda das quais ocorre o processo de lembrança; de fato, o que muda são as relações interfuncionais que conectam a memória a outras funções” [4].

O uso de instrumentação para explicar conceitos Físicos ou algum assunto em que a pessoa deseja, seja criança ou adulta, será por meio de instrumentos e signos, de modo que a primeira seja objeto externo ao ambiente em que o aluno conviva com inúmeras maneiras para explicar um único problema e que as inúmeras explicações não mudem o significado do objeto.

“A função do instrumento é servir como um condutor da influência humana sobre o objeto da atividade; ele é orientado especialmente; deve necessariamente levar a mudanças nos objetos. Constitui um meio pelo qual a atividade humana externa é dirigida para o controle e domínio da natureza. O signo, por outro lado, não modifica em nada objeto da operação psicológica.” [4].

Saber utilizar ferramentas com o intuito explicar algum aprendizado se faz de grande utilidade, pois um único objeto pode resolver outros questionamentos, de maneira que o aluno possa desenvolver o seu próprio estilo de resolver alguma

questão ou dúvida. Esse método de ensinar é definido por Vygotski como “desenvolvimento experimental” [4].

Outra maneira de aprendizado definido pelo autor é o de “zona de desenvolvimento proximal” que proporciona o aprendizado individual em, que o aluno é independente para buscar o conhecimento que deseja adquirir.

Com base em um dos objetivos deste trabalho, optou-se em desenvolver uma HQ em que o aluno possa considerar suas experiências cotidianas com o auxílio do professor acompanhando seu aprendizado durante o processo.

### **5.3. A valorização experimental de Hodson e as produções dos vídeos**

Poucos profissionais na criação do currículo pedagógico questionam a importância do trabalho em laboratório nas disciplinas de ciências da natureza e acreditam que apenas a parte teórica se faz necessária para o aprendizado do aluno.

Os professores de níveis médio e superior sugerem que não realizam a parte experimental por falta de tempo além do alto custo para a compra de equipamentos e materiais para a elaboração de experimentos e também em decorrência, na qual para se desenvolver uma parte da exigência por professor, de uma grande quantidade de tempo e energia.

Na maioria dos casos, o trabalho experimental por parte do professor se produz mais com o seu próprio gosto pela ciência, do que a necessidade de entendimento por parte dos alunos, pois se cita que a parte prática não seja de grande importância [5].

A parte experimental das áreas de ciência ganhou um privilégio porquê de certo modo acaba tirando o aluno do seu estado de repouso, o que modifica o seu aprendizado do modo clássico (papel e lápis).

Hodson indica que os experimentos possuem duas vertentes, uma que os experimentos sejam apenas uma repetição, e a outra vertente é que não tenha algo problematizado, ele cita “Como consequência direta desses pressupostos, muitos procedimentos do currículo contemporâneo de ciências, especialmente aqueles que envolvem trabalho prático, são mal concebidos, confusos e de pouco valor educacional”, confirmando as vertentes citadas por ele.

É notório que se deve buscar meios necessários e capazes de esclarecer os efeitos físicos, fenômenos e ou acontecimentos ocorridos na natureza, para que se maximize a construção do conhecimento por parte dos discentes. Pois na busca por esses meios é que surge a experimentação. É o que passará a ser discutido a partir de então e objetiva-se obter a melhor forma de aproveitar esses recursos.

Para Hodson, os experimentos na ciência e no ensino de ciências tem o mesmo papel e esse papel e afirma que “Como consequência direta desses pressupostos, muitos procedimentos do currículo contemporâneo de ciências, especialmente aqueles que envolvem trabalho prático, são mal concebidos, confusos e de pouco valor educacional” [5].

No entanto no seu artigo “experimento na ciência e no ensino de ciência” ele não sugere a exclusão do trabalho prático do currículo escolar, mas sim que haja uma mudança na forma de trabalhar essa experimentação. Afirma tudo isso baseado em uma avaliação crítica dessa prática.

O autor expressa duas ideias quanto ao experimento na ciência e no ensino de ciência, na qual os alunos precisam saber sobre a ciências da natureza e o objetivo dos experimentos como uma contribuição a seu aprendizado sobre ciências e como uma preparação para fazer ciência? Em outras palavras, qual é o papel dos experimentos como um conteúdo do currículo? Segundo, qual é o papel dos experimentos como um método de ensino? [5].

O pensamento proposto pelo autor contradiz que a experimentação possa fazer parte do currículo. Pois de nada adianta observar o funcionamento de um determinado aparato se não souber extrair de tal material os princípios físicos que nele se apresentam.

Hodson nos lembra que a experimentação em laboratório é necessária desde que seja feita de maneira que o aluno reproduza a experiência apenas com supervisão de algum adulto ou professor: “... nem todo trabalho prático na ciência escolar é trabalho de laboratório, e que nem todo trabalho de laboratório pode ser classificado como experimento” [5].

No entanto, o trabalho realizado dentro de um laboratório pode até ser classificado como experimento desde que não tenha a finalidade de descobrir uma teoria nova, por exemplo, mas que tenha como princípio o esclarecimento ou confirmação de um princípio físico já conhecido.

Outro embasamento feito pelo autor seja feito no momento da realização da experiência, no qual não deve ser idêntico ao autor da descoberta científica, pois não seria um método útil e que não possa ocorrer uma motivação ao preparar a experiência.

Com base no autor há uma diferença entre experimento na ciência e experimento no ensino de ciência, enquanto os experimentos na ciência são conduzidos principalmente com o objetivo de desenvolver teorias, os experimentos no ensino de ciências têm uma série de funções pedagógicas.

Eles são usados pelos professores como parte de seu programa planejado para ensinar ciências, ensinar sobre a ciência, e ensinar como fazer ciência. Estas funções pedagógicas podem, em certas ocasiões, resultar em problemas muito significativos. Por exemplo, caso a experiência não consiga êxito ou resultado em que não se espera [5].

Se diante de tais resultados, sem concordância com o esperado, o professor ainda insistir que os alunos adotem uma teoria mesmo que ela não tenha sido confirmada pelo experimento, isso de nada contribuirá para o ensino. Com isso se pode considerar que houve uma perda de tempo. No entanto se caso o aluno consiga refazer a experiência sem que os resultados sejam diferentes do esperado, pode se concluir que a experiência trouxe um ganho de aprendizado ao envolvido.

Isto pode se afirmar categoricamente que a experimentação na ciência não visa à formação de alunos, mas sim a utilização dos conhecimentos científicos de profissionais de determinada área, na busca por novos conhecimentos da ciência, utilizando-se de metodologias de pesquisas adequadas ao seu fim.

Os trabalhos feitos pelo professor e levados para dentro do ambiente escolar que tenham a finalidade de esclarecer algum efeito físico, ou até mesmo facilitar o entendimento de algum assunto que esteja contemplado no currículo escolar, pode ser considerado um experimento demonstrativo, e dessa forma é reconhecido como um dos materiais didáticos.

Toda atividade experimental que venha ser realizada pelos alunos dentro ou fora da escola, que tenha a finalidade de maximizar o conteúdo aprendido pelos mesmos, serão classificados como “experimentação no ensino de Física”. Contudo, segundo Hodson, tal classificação só é válida se obedecida alguns critérios como por exemplo o experimento não poderá ter o propósito de descobrir uma nova teoria física, mas sim ser voltado para o esclarecimento de um princípio físico já existente.

Hodson diz que a experimentação é algo necessário e fundamental para aquisição de aprendizado por parte de quem esteja envolvido e que existem maneiras de aprendizado com o trabalho prático para níveis de aprendizado.

Baseado na ideia de Hodson, práticas sobre eletromagnetismo foram desenvolvidas tanto em formato presencial quanto digital (vídeos) com intuito de disseminar as experiências de Oersted, Ampère e Faraday e alcançar o máximo de pessoas com interesse em conhecer sobre o assunto, isso tudo agregado em um site de própria autoria [56].

As experiências de Física devem ser produzidas de forma que possam explicar uma ideia já criada sem que possa ocorrer uma nova descoberta e que seja desenvolvida pelo o aluno.

#### **5.4. Sequência Didática**

A Sequência Didática (SD) teve início no ano de 1996, com objetivo do ensino de línguas na França, quando inúmeros pesquisadores observaram a necessidade de ampliar e facilitar ainda mais o ensino. Segundo Dolz & Schneuwly, “elas procuram favorecer a mudança e a promoção dos alunos a uma melhor maestria dos gêneros e das situações de comunicação” [57]. Para os pesquisadores, a SD é uma sequência de atividades planejadas em um conjunto de elementos na qual contemplam uma atividade.

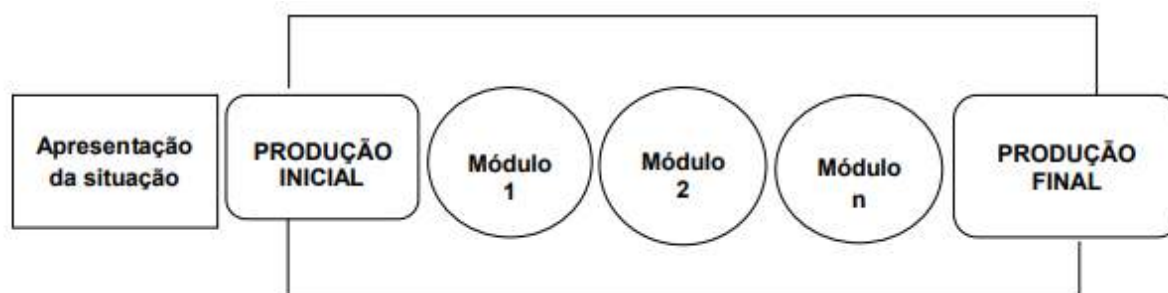
A SD, assim como citado, é uma sequência de atividades com objetivo de realizar uma tarefa. Porém, os passos devem ser sequenciais sendo essa ainda essencial para uma comunicação clara e motivadora por parte dos alunos até chegar ao objetivo principal. A maneira de motivar os alunos deve ser bem escolhida e planejada, assim como mencionado, “para elaboração de uma SD, é necessário antes de tudo escolher um modelo de gênero que esteja relacionado aos objetivos que o professor pretende atingir diante das necessidades dos alunos” [58].

Para a elaboração de uma SD, deve-se considerar alguns fatores, tais como: determinar uma única comunicação específica ou uma linguagem específica, o trabalho em um ambiente escolar deve ser desenvolvido no interior de uma aula, o início da SD é um diagnóstico que é realizado com a turma, com objetivo de saber quais as habilidades os alunos dominam e em quais têm tenham mais dificuldades.

As diferentes fases da SD devem relacionar a capacidade do aluno em absorver as informações gradativamente (sejam elas com figuras, textos, elementos de arquitetura, etc.).

Para criar uma SD, Dolz, NOVERRAZ e SCHNEUWLY [57] desenvolveram um esquema mostrado na figura 47.

Figura 47: Esquema de uma SD.



Fonte: Referência [57].

Segundo os autores, inicia-se com apresentação aos alunos como será valorizado o processo de aprendizagem. Em seguida, a produção inicial que determina a quantidade de tarefas que serão executadas e o público a qual se está trabalhando. Os módulos são as dificuldades encontradas pelos alunos e como superá-las. Pôr fim, a produção final em que o aluno colocará em prática o que aprendeu durante o período de aplicação da SD.

A SD é muito utilizada no quesito de aprendizado na compreensão de línguas ou gêneros textuais. Segundo Canato [58] tem por objetivo desenvolver as habilidades de linguagem, tanto compreensão, escrita quanto pronúncia. “Essas capacidades englobam o contexto (capacidade de ação), o modelo discursivo (capacidade discursiva), as operações psicolinguísticas e as unidades linguísticas (capacidade linguístico-discursiva)” [58].

Diante do exposto, conclui-se que o objetivo da SD é promover um conjunto de atividades conectadas e bem estruturadas com objetivo de ensinar, etapa por etapa, um determinado conteúdo. Elas também podem propor atividades que contenham elementos presentes no dia-a-dia do aluno, assim como sugere a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) [59].



A BNCC exalta a importância da relação entre os conteúdos abordados no Ensino Médio e a sua vida cotidiana dos alunos, incluindo o trabalho, com o intuito de aproximar a sociedade aos conteúdos nas mais diversas áreas em que compõem o currículo (Figura 48) [59].


Figura 48: Competências gerais da educação básica presentes na BNCC.



Fonte: Brasil [59]


A abordagem na BNCC sobre a Física, disciplina que compõe as Ciências da Natureza (Figura 49), por exemplo, aborda a sua importância dela com a formação cidadã, confirmando que a disciplina pode ajudar a construir valores humanos, bem como considerar os conceitos históricos envolvidos presentes no conteúdo da disciplina, para a compreensão da ciência.

Figura 49: Competências específicas de ciências da natureza presentes na BNCC.



### COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS PARA O ENSINO MÉDIO

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).



### COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL

1. Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.
2. Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

Fonte: Brasil [59]

Com as dificuldades presentes no Ensino Básico Brasileiro e o desinteresse dos alunos pelas disciplinas de Ciências da Natureza, em especial a Física, a BNCC propõe um aprendizado que faça parte na vida do aluno e que desperte o interesse deles.

#### **5.4.1. Sequência Didática utilizada no Produto Educacional**

A sequência didática desenvolvida, organizou-se em etapas nas quais foram utilizadas a HQ e explica o passo a passo e seu processo de maneira a potencializar o aprendizado adquirido pelo aluno. Devido a pandemia do Coronavírus (COVID-19), a aplicação foi dada em duas modalidades, presencialmente, para os alunos que estavam presentes na escola e virtualmente para os alunos que se encontravam em quarentena. O acesso virtual dos alunos foi desenvolvido por plataformas virtuais, como Google Forms, Google Classroom, WhatsApp e etc.

A metodologia aplicada passou por quatro situações em aula e por vídeo conferência. Para uma melhor compreensão o relato da sequência didática será descrito a seguir:

##### Etapa 1:

No primeiro momento o objetivo é diagnosticar o conhecimento prévio que os alunos já possuem, para isso faz-se necessário o uso do Questionário I (Apêndice I), na qual foi apresentado impresso ou online (formulário Google). O questionário identificará os conteúdos em que será abordado, as experiências desenvolvidas no tema de eletromagnetismo inclusa na HQ, além de saber o que os alunos já possuem de aprendizado sobre o tema.

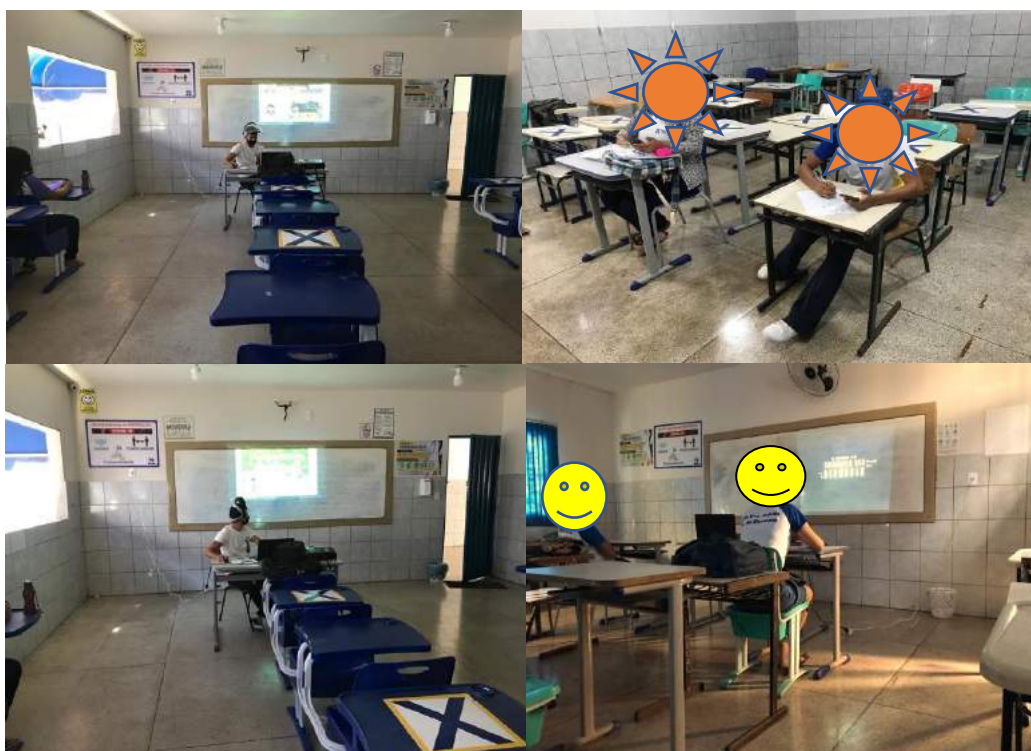
##### Etapa 2:

Nesse momento, para despertar o espírito científico dos alunos propõe-se a leitura da HQ. Para isso professor disponibilizou o e-book contendo a HQ para os alunos da modalidade virtual, além de vídeos explicativos abordando as principais experiências relacionadas a descoberta do eletromagnetismo: Oersted, Ampère e Faraday [33]. Enquanto os alunos do presencial fizeram a leitura junto com o professor e realizaram as experiências em aula ou assistiam os vídeos das experiências por mídia Datashow. Desse modo, os alunos fizeram a leitura da HQ, além de terem visto ou ouvido, a explicação das experiências.

### Etapa 3:

Feita a leitura da HQ e a realização dos experimentos ter visto as explicações das experiências, o passo seguinte foi verificar o aprendizado adquirido com as ferramentas educacionais. Para isso foi realizado o questionário II (Apêndice II), em que foi disponibilizado tanto impresso como online (formulário Google). Esse questionário foi analisado com o objetivo de saber se o material a possibilidade de aprendizagem significativa para os discentes (Figura 50).

Figura 50: Imagens da aplicação do produto educacional.



## 6. Aplicação do Produto Educacional

O produto educacional foi aplicado em uma escola pública situada na cidade de Araguaína-TO. A pesquisa foi desenvolvida em uma taxa amostral de 157 (cento e cinquenta e sete alunos) do ensino médio e 77 (setenta e sete) alunos do ensino fundamental distribuídos nas disciplinas de Física e Ciências, totalizando 234 alunos participantes um total de 3h de aula.

A quantidade total de alunos participou dois tipos de ambientes: o virtual e o presencial com decorrência das limitações impostas pela pandemia causada pela COVID-19. As aulas virtuais aconteciam em plataformas de ensino, aplicativos de mensagens e até mesmo por material impresso. A escola não media esforços para alcançar o maior número de alunos possíveis viabilizando a participação nas atividades.

O aluno tinha autonomia para escolher uma entre as duas modalidades possíveis: ensino remoto ou presencial. Para o ensino remoto, o aluno recebia as atividades conforme a sua necessidade, por plataformas de ensino (Classroom), aplicativos de mensagens (Whatsapp) ou, poderia solicitar um “roteiro de estudo”. Neste último método, a escola entregava o material impresso e nas atividades propostas havia o conteúdo e uma tarefa para verificação do conhecimento. O período para que o aluno obter um novo material era quinzenal.

Se o aluno escolhesse a forma presencial, ele comparecia à escola e responderia as atividades propostas no roteiro, o professor explicava explicar o conteúdo de maneira que o aluno pudesse ter autonomia responder às atividades de forma independente dos roteiros.

A autonomia do aluno em escolher a forma em que desejava receber a atividade, fez com que fosse necessário adotar duas maneiras de aplicação do produto educacional: a presencial e a remota.

A aplicação presencial aconteceu em sequências: I) No primeiro momento foi aplicado o Questionário I, na qual se fez necessário para saber o que os alunos já conheciam sobre o conteúdo de Eletromagnetismo. II) Após a aplicação do questionário foi realizado a leitura da HQ. Nesse momento, o professor realizou com os alunos a leitura da forma impressa e em mídia (Datashow) para que todos pudessem fazer a leitura simultaneamente. O passo seguinte foi o professor realizar as experiências descritas na HQ e apresentar o vídeo em que realizou os

experimentos. III) Por último, foi realizado uma nova roda de conversa sobre os conteúdos de Eletromagnetismo envolvidos nas atividades desenvolvidas e respondidas no questionário II.

Para os alunos das atividades remotas, o desenvolvimento do trabalho ocorreu do seguinte modo: I) No primeiro momento eles deveriam enviar um formulário com o Questionário I. II) Em seguida, o arquivo em formato PDF do livro para a leitura e os links dos vídeos separadamente foram enviados; III) Eles deveriam preencher o questionário II. Após quinze dias as atividades foram entregues pelos alunos na unidade escolar. O professor certificou-se de que todos os alunos que participaram entregaram os questionários I e II.

### **6.1. Resultados**

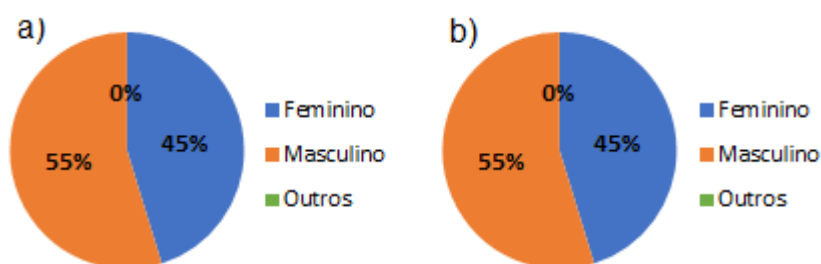
Os resultados obtidos de maneira secundária, extraídos a partir dos questionários enviados para os alunos impresso ou on-line (via google formulários) apresentam informações como a idade, gênero com objetivo de saber qual o público com o qual está trabalhando. A coleta de dados será apresentada em gráficos de pizza. O intuito de se fornecer uma compreensão instantânea das informações contidas neles. Os gráficos demonstram os resultados dos alunos da terceira série em um total de cento e cinquenta e sete (157) e setenta e sete (77) alunos do nono ano do ensino fundamental, o quantitativo de alunos faz referência à escola periférica do município de Araguaína-TO.

A aplicação ocorreu em um número maior de alunos do Ensino Médio quando comparados ao Ensino Fundamental. Porém, os melhores resultados qualitativos são dos alunos do Ensino Fundamental que tiveram um maior êxito ao responder sobre os conteúdos de Eletromagnetismo. Os alunos do Ensino Fundamental mostraram um maior interesse pelo conteúdo, fazendo comentários para melhorias e até para futuros trabalhos.

### 6.1.1. Análise do Ensino Médio

Com a realização da SD e coleta de as informações a partir de questionários foram analisadas as respostas.

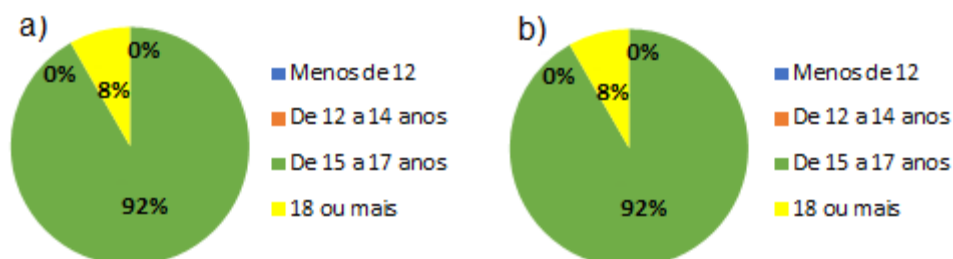
Figura 51: Respostas referente a pergunta 1: “Qual é o seu sexo?”; a) Questionário I; b) Questionário II.



A primeira observação apresentada na figura 51 refere-se ao gênero do público alvo dos alunos da terceira série do ensino médio. Os resultados mostram que a mesma proporção de alunos responderam o questionário I e II. A quantidade de alunos é praticamente equivalente em gênero.

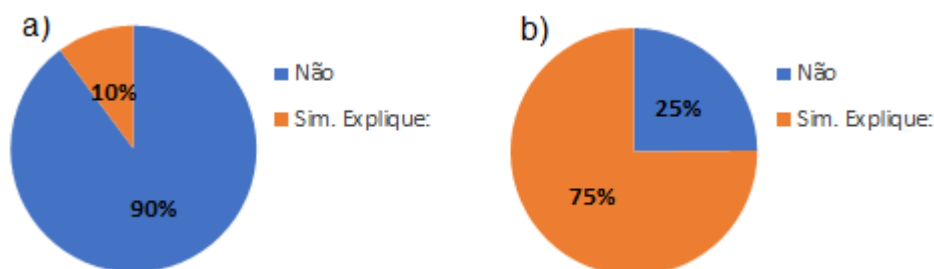
A segunda (Figura 52) contempla a informação coletada dos alunos refere-se à faixa etária. Essa informação é válida pois com ela pode-se estimar qual o grau de experiência em relação a objetos técnicos que os alunos já presenciaram em sua vida. Nota-se, basicamente, que o público alvo no Ensino Médio possui uma faixa etária em torno de 15 a 17 anos.

Figura 52: Respostas referente a pergunta 2: “Qual é a sua faixa etária?”; a) Questionário I; b) Questionário II.



A partir desse momento vamos analisar, algumas perguntas dos questionários e que são referentes ao conteúdo de Eletromagnetismo e saber o que os alunos já conhecem sobre o assunto.

Figura 53: Respostas referente a pergunta 3: “**Você sabe explicar o que significa a palavra Eletromagnetismo?**”; a) Questionário I; b) Questionário II.



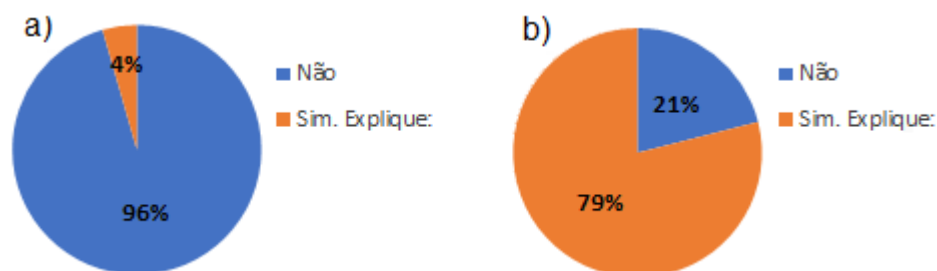
O gráfico na figura 53, representa-se um percentual muito elevado de alunos que não sabem a definição de eletromagnetismo. Contudo, um pequeno percentual de alunos, os quais que tem algum domínio sobre o assunto. Mas, após indagações, pode-se perceber que a concepção dos alunos sobre eletromagnetismo eram: “é um conteúdo da Física”, “é a união de eletro e magneto” e até mesmo “é uma área de eletricidade”, evidenciando que as explicações não se adequam muito bem com a definição de eletromagnetismo.

Após realizado da leitura da HQ, mais de 70% dos alunos da terceira série souberam explicar o que significa Eletromagnetismo, aumentando significativamente o percentual. Mais de 60% comparado a antes da leitura da HQ, podendo ser perceptível em algumas explicações relatadas pelos alunos: “Eletromagnetismo é o estudo de eletricidade e magnetismo”, “É a união das experiências de Oersted, Ampère e Faraday”, “Eletromagnetismo é a área da Física que estuda a eletricidade e magnetismo de maneira unificada.” Portanto, a respeito dos alunos terem um domínio em explicar a definição de Eletromagnetismo a HQ fez-se parte fundamental no aprendizado.

A pergunta seguinte, figura 54, referente ao conhecimento dos alunos em explicar o que é campo magnético; temos o seguinte resultado.



Figura 54: Respostas referente a pergunta 4: “**Você sabe explicar o que é Campo Magnético?**”; a) Questionário I; b) Questionário II.



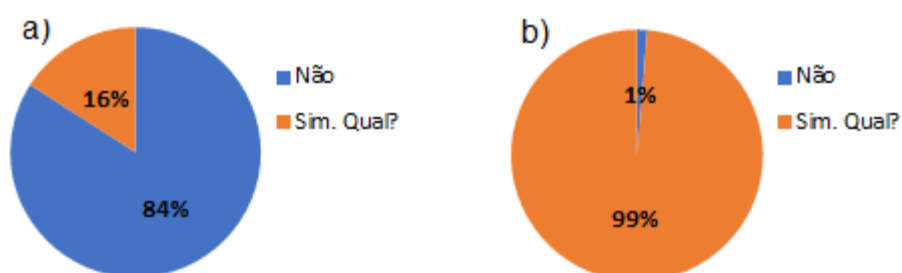
No primeiro gráfico (Figura 54a) percebe-se claramente que os alunos não sabem o que é campo magnético para averiguar o percentual, daqueles que disseram sim. Dentre os comentários, temos: “uma região de que tem ímã”, “uma espécie de local onde tem magnetismo” e “é tipo um campo de futebol só que tem magnetismo”, as respostas informadas apresentam uma concepção equivocada do que seja campo magnético.

O resultado do questionário II (Figura 54b) é bem representativo mostrando o domínio por uma grande parte dos alunos sobre a definição de campo magnético, em comparação com o questionário I. O aumento significativo dos que disseram sim foi quase 80% para os alunos.

As respostas mencionadas pelos alunos quando disseram sim foram: “Campo magnético é uma região no espaço que tem magnetismo.”, “É um local que tem magnetismo”, “Campo magnético é uma região que tem forças elétricas”. Com essa pergunta, pode-se entender que a HQ se fez necessária para a compreensão e definição de campo magnético.

Para saber o que os alunos conseguem relacionar o campo magnético com algum objeto que se apresenta a sua volta, foi perguntado se eles saberiam dizer algum item em que o campo magnético faz parte do seu dia-a-dia.

Figura 55: Respostas referente a pergunta 5: “**Você saberia dizer algum exemplo do dia a dia que tem Campo Magnético?**”; a) Questionário I; b) Questionário II.

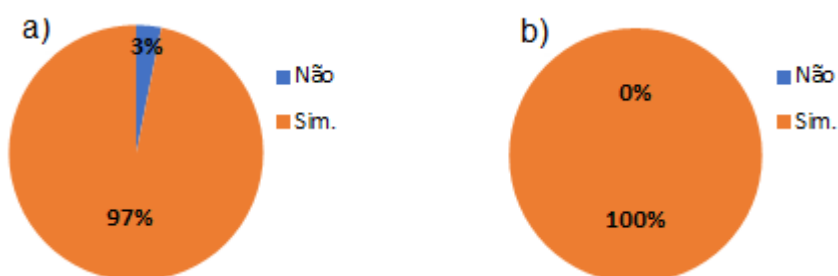


O gráfico representando o questionário I (Figura 55a) demonstra que a maioria os alunos não sabem mencionar exemplos que fazem parte do seu cotidiano, uma grande maioria não tem uma ideia de algum objeto que possa estar presente e os alunos que disseram sim mencionaram apenas um único objeto que seria o “ímã”.

Os resultados obtidos após a leitura da HQ (Figura 55b) foram satisfatórios, como observado no gráfico do questionário II, em que 99% dos alunos sabem mencionar pelo menos um exemplo do seu dia-a-dia e todas as respostas baseiam-se nos exemplos que foram apresentava na HQ que foram: cartões de créditos, cd's, dvd's e até mencionaram aparelho de ressonância.

Após ter realizado perguntas sobre a definição desses dois tópicos, as questões subsequentes se referem a parte experimental discutida em aula.

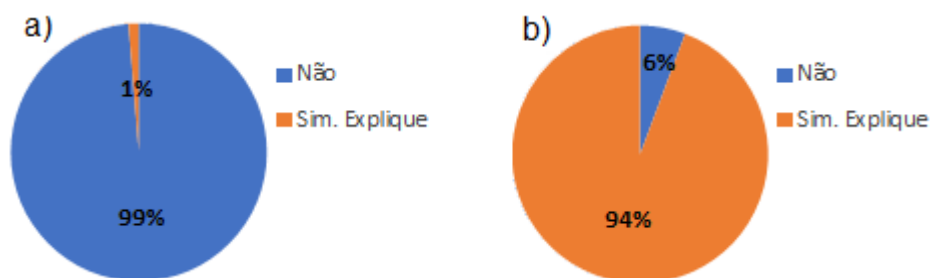
Figura 56: Respostas referente a pergunta 6: **“Você acha importante o uso de experimento em sala de aula?”**; a) Questionário I; b) Questionário II.



Em um primeiro momento (Figura 56) poucos alunos informaram que experiências em aula não são importantes, porém quando refeita a pergunta no questionário II, após a aplicação do produto, o gráfico apresentou-se um total de 100%. Os alunos acham importante o uso de experimentos para complementar e ampliar o aprendizado de determinados conteúdos.

Ainda investigando mais sobre a parte experimental, foi perguntado aos alunos se eles conheciam alguns experimentos na área de eletromagnetismo e os resultados foram os seguintes:

Figura 57: Respostas referente a pergunta 7: “**Você sabe explicar o experimento de Oersted?**”; a) Questionário I; b) Questionário II.

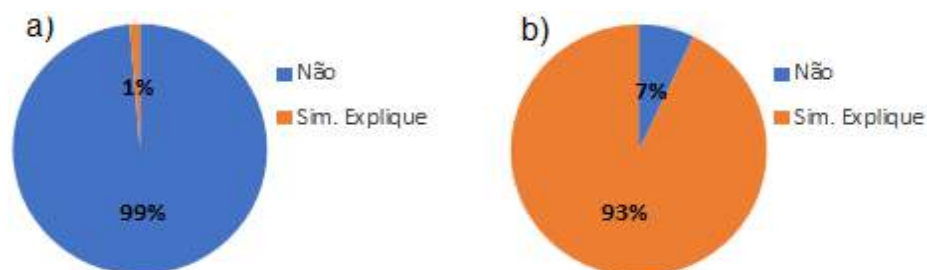


No primeiro formulário (Figura 57a), quando questionados, os alunos, praticamente todos, não sabiam explicar a Experiência de Oersted. Entretanto, o percentual que informou que sabia explicar a experiência relatou “A experiência de Oersted é a descobrir partículas”, “Experiência que verifica buracos negros”, o relato dos alunos foge completamente do entendimento do experimento de Oersted.

Enquanto na segunda rodada (Figura 57b) das perguntas sobre a experiência de Oersted, o quantitativo mostrou-se um número bastante expressivo com aumento de quase 100% em comparação com a primeira pergunta. Os alunos, em sua maioria, explicaram: “Experiência de Oersted seja o uso de um fio e uma bússola para ver a geração de campo magnético”, “É uma experiência que mostra a criação de um campo magnético quando se liga uma energia”, “Oersted descobriu a criação do campo magnético quando percorre energia em um fio condutor”, as respostas citadas demonstram um domínio em saber explicar a respectiva experiência.

A segunda experiência questionada foi a experiência de Ampère, para saber se existe algum domínio anterior por parte dos alunos. Caso a resposta seja negativa, sugeriria que o uso da HQ poderia contribuir.

Figura 58: Respostas referente a pergunta 8: “**Você sabe explicar o experimento de Ampère?**”; a) Questionário I; b) Questionário II.

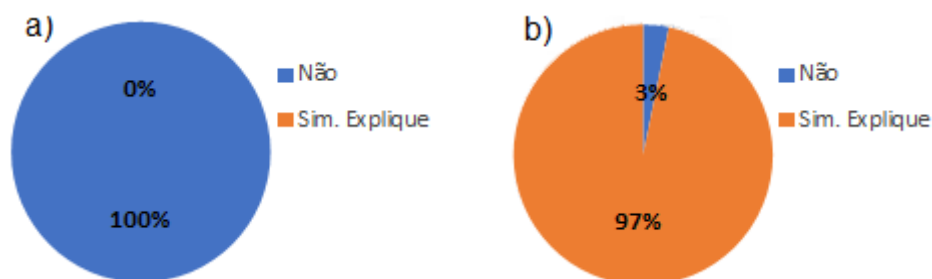


A figura 58a, quando analisada, mostra que as respostas do questionário I provam que praticamente todos os alunos não sabem o que a experiência de Ampère consistia. Os únicos comentários explanados pelos alunos diziam: “A experiência de Ampère se relaciona a bateria.”, “tem algo relacionado a eletricidade.”, as respostas mencionadas pelos alunos demonstram uma falta de domínio em explicar a experiência do autor.

A respeito da experiência de Ampère, após a leitura da HQ, (Figura 58b) os alunos souberam explicar de que se tratava. Alguns comentários citados pelos alunos: “a experiência busca explicar a força magnética de atração e repulsão com o campo magnético”, “o cientista provou que dependendo do sentido da corrente elétrica os fios podem atrair ou repelir”. Portanto, as explicações apresentadas refletem o conteúdo da experiência.

E para o último momento de relato sobre experiências, foi perguntado sobre a experiência de Faraday, com a mesma premissa das experiências anteriores.

Figura 59: Respostas referente a pergunta 9: “**Você sabe explicar o experimento de Faraday?**”; a) Questionário I; b) Questionário II.



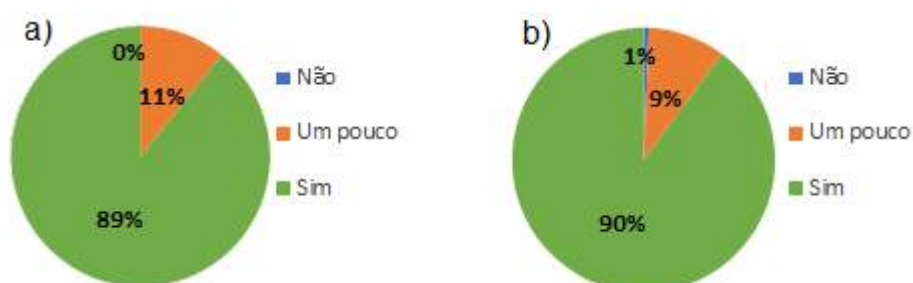
Na primeira vez (Figura 59a) em que perguntados sobre a explicação da experiência de Faraday, nenhum aluno soube informar. Isto demonstra a falta de conhecimento deles. Alguns alunos disseram que nunca tinham ouvido falar sobre Faraday.

No segundo momento (Figura 59b), mais de 95% dos alunos explicaram o experimento, podemos destacar explicações como: “Faraday apresentou em sua experiência que campo magnético em movimento gera corrente elétrica.”, “A experiência verifica que o movimento de campo magnético em um fio enrolado produz energia.”, “Quando se tem campo magnético percorrendo um fio enrolado,

pode-se produzir luz.”. As explicações dos alunos mostram uma grande compreensão da experiência de Faraday.

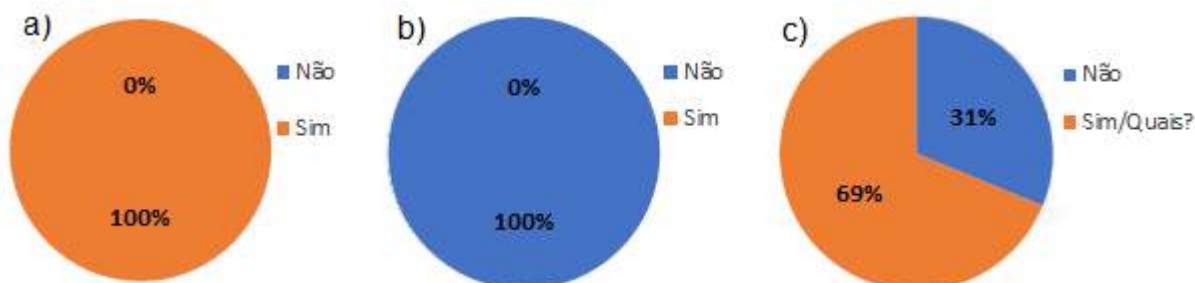
As demais perguntas são de caráter independente dos conhecimentos de Física, mas que ajudam no entendimento das características do nosso público alvo. As próximas perguntas referentes ao questionário I foram sobre Histórias em Quadrinhos (figura 60) e com o objetivo de saber se eles já tinham entrado em contato com este universo e, até mesmo, se conheciam algo a respeito sobre o uso delas em aula (Figura 61a).

Figura 60: Resposta referente ao questionário I: a) Questão 10: “**Você gosta de Histórias em Quadrinhos?**”, b) Questão 11: “**Em sua opinião, existe aprendizado com HQ’s?**”.



As respostas demonstram que eles acreditam que o aprendizado pode surgir a partir do uso de uma HQ (Figura 60b).

Figura 61: Resposta referente ao questionário I: a) Questão 12: “**Você já leu alguma HQ?**”, b) Questão 13: “**Você já leu alguma HQ com algum conteúdo de Física?**”, c) Questão 14: “**Você já leu alguma HQ com algum conteúdo de outra disciplina?**”.



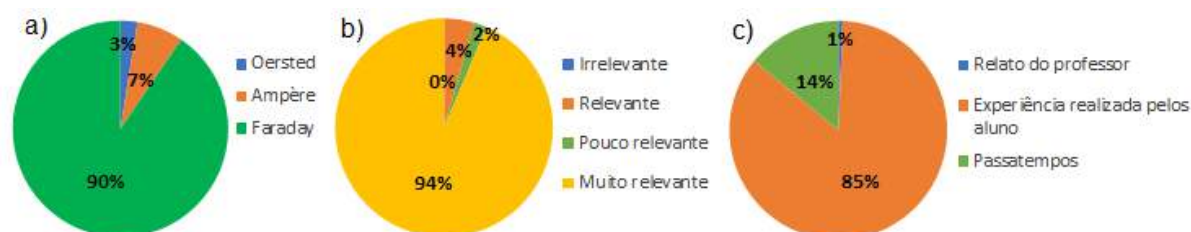
A figura 61a mostra que todos os alunos, alguma vez, já fizeram a leitura de uma história em quadrinho e isso pode ser uma evidência de um hábito adquirido ao longo dos anos. Todos os alunos tiveram contato com alguma HQ, porém todos eles em nenhum momento fizeram a leitura de uma sobre Física (Figura 61b). Neste

sentido, o material produzido torna-se eficaz e atraente, pois reflete uma nova experiência para os alunos.

Quando perguntados se já fizeram a leitura de algum quadrinho de outra disciplina, uma grande maioria de alunos indicaram que sim (Figura 61c). Porém, quando perguntados em quais, as respostas se concentraram em: Língua Portuguesa, Educação Física e Ciências, respectivamente. Estas disciplinas são lembradas por aparecerem trechos de HQ normalmente utilizados em interpretações de textos ou em entretenimento nas aulas práticas de Educação Física.

As próximas perguntas fazem parte do questionário II, em que buscou-se saber qual experiência o aluno mais gostou (após a leitura da HQ) e quais melhorias poderão ser feitas nela.

Figura 62: Resposta referente ao questionário II: a) Questão 10: “Qual experimento você mais gostou:”, b) Questão 11: “Em sua opinião, o conteúdo abordado na HQ é:”, c) Questão 12: “Em sua opinião, qual é a parte que você mais gostou?”.



Das experiências realizadas e apresentadas aos alunos, a que mais teve relevância foi a experiência de Faraday e isso se deve a simplicidade do experimento e por envolver um LED (*Light-Emitting Diode*) (Figura 62a). Alguns alunos até comentaram que iriam fazer esta experiência em casa, por se tratar de algo simples e atrativo. Além disso, esta experiência era a que eles não conheciam. Isto pode significar que é uma boa ideia utilizar HQ's em conteúdos inéditos como introdução para complementação de aulas.

Na figura 62b, como demonstrado pelo gráfico, um grande número de alunos afirma que o conteúdo de Eletromagnetismo é muito relevante não apenas para o conhecimento escolar, mas para a sua vida em geral. Nenhum voto computado indica que o conteúdo seja irrelevante e isso mostra sua importância na visão dos discentes.

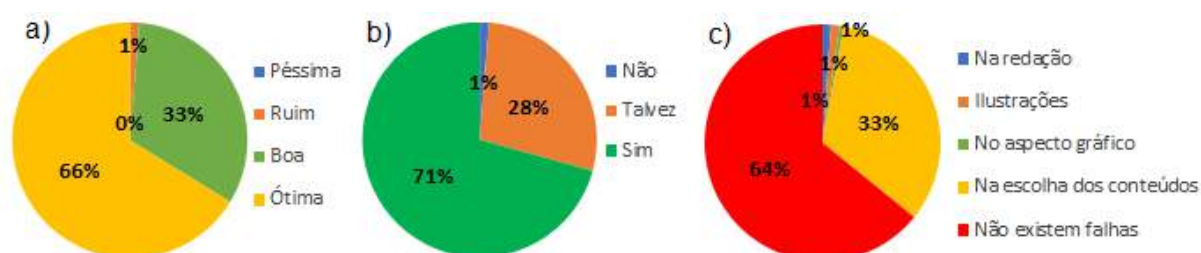
A estrutura da HQ pode ser dividida em três momentos, sendo ela o momento em que o professor realiza algumas explicações, a experiência realizada pelos

alunos e o passatempo essa divisão foi abordada com os alunos e as respostas foram compiladas na figura 62c.

A figura 62c demonstra que os alunos gostaram mais das experiências realizadas pelos alunos da HQ e isso nos permite concluir ainda que os alunos acham importante o uso de experimentos em aula. O menor índice foi o relato do professor, demonstrando que os alunos não se satisfazem apenas como o professor sendo o protagonista em aula. Eles querem ser mais participativos. O passatempo é uma mostra que o aprendizado pode ser desenvolvido até mesmo brincando.

As próximas perguntas realizadas são sobre as imagens e os recursos gráficos da HQ. Essas perguntas são pertinentes por se tratar de uma época em que o uso de recursos gráficos é de alta qualidade para produção de jogos, aplicativos e filmes.

Figura 63: Resposta referente ao questionário II: a) Questão 13: “**Em sua opinião, a qualidade a HQ é:**”, b) Questão 14: “**Você indicaria essa HQ para um amigo?**”, c) Questão 15: “**Em sua opinião, existe(m) falha(s) na HQ: Pode marcar mais de uma alternativa**”.



As respostas dos alunos no quesito de recursos gráficos (Figura 63a) apresentam algo satisfatório tendo em vista que HQ foi desenvolvida utilizando apenas um único software (Corel Draw). A grande relevância de uma HQ ter ótima qualidade está na apresentação do trabalho com estruturas e linhas que facilitem a projeção da ação na mente do leitor.

Com a atual geração de tecnologias mais avançadas, foi feita uma pergunta a respeito da divulgação da HQ, em que o aluno indicaria ou não a HQ a um amigo (Figura 63b). O índice de 71% demonstra que os alunos indicariam a HQ para algum amigo, o que mostra que a maioria deles gostou desta experiência.

O fato de mostrar para outro colega permite que haja outra conclusão, a de que a história, os personagens e o uso da HQ sejam interessantes para o aprendizado. No ato de compartilhar seu conteúdo, percebe-se que eles se

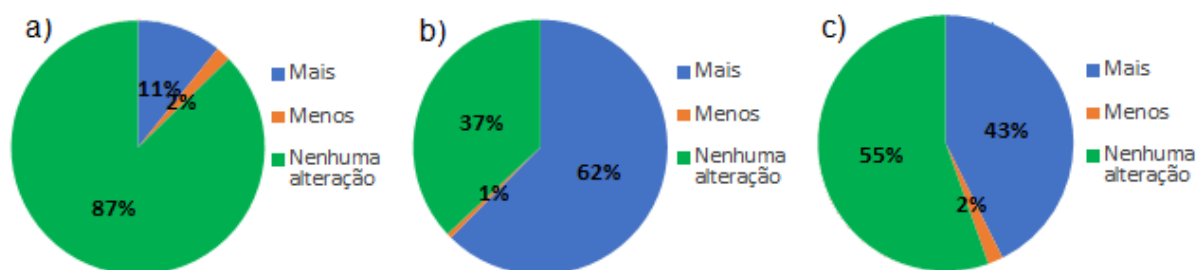
importam em informar seus amigos sobre questões que consideram importantes, ou seja, fazer divulgação científica.

Com objetivo de avaliar a estrutura da HQ para que se possa aprimorar em novas edições e trabalhos futuros, foi perguntado aos alunos os defeitos encontrados e se podiam ser melhorados (Figura 63c). O quantitativo de erros na HQ em relação a escrita, ilustrações e no aspecto gráfico chega a ser mínimo. Porém, quanto a escolha dos conteúdos, os alunos informaram que poderia ser outro tema. Isso mostra que os alunos desejam outros conteúdos de aprendizagem em formato de HQ.

Entretanto, mais de 60% dos alunos disseram que não existem falhas, esse número demonstra que a HQ foi realizada com muito cuidado, atenção e motivação para ser utilizada em aula.

A pergunta de número 16, do segundo questionário, possui três subtópicos e se fez necessária para avaliação e melhorias para trabalhos futuros:

Figura 64: Resposta referente a pergunta 16 do questionário II: a) “I - Número de experiências”, b) “II – Número de passatempos”, c) “III – Número de personagens”.



Como apresentado na figura 64a, o quantitativo de experiências é o ideal para uma HQ, já que apenas uma pequena parte de alunos gostaria de mais experiências. Este resultado evidencia o gosto dos alunos por atividades experimentais.

A quantidade de passatempos (Figura 64b), segundo a maioria dos alunos deveria ser maior. Isso reflete a ideia de que os alunos desejam ter novidades que possam permitir um aprendizado relaxante e prazeroso sem envolver somente contas.

Um percentual até considerável de 37% são a favor de manter a quantidade de passatempos o que indica que a quantidade seja eficiente para assimilar o conhecimento de modo divertido.



A figura 64c mostra um resultado quase que dividido em manter ou acrescentar mais personagens. Isso revela que os personagens envolvidos tiveram aprovação por parte dos alunos e que todos tiveram papel essencial na construção do enredo.

Outro detalhe neste resultado é a respeito de não diminuir os personagens, pois cada integrante da história deixou sua importância evidenciada mostrando que houve uma identificação dos alunos em aula. Porém o número de personagens envolvidos na HQ e que eles construíram um vínculo afetivo com o leitor propiciando um enredo mais dinâmico, envolvendo a trama em vários momentos sem um protagonista supremo, mostrando que todos os personagens tiveram sua participação na HQ.

E, por último, foi perguntado aos alunos qual(is) conteúdo(s) para uma nova edição eles gostariam que se apresentassem em forma de HQ. Como se tratava de uma pergunta sem alternativas, os conteúdos são os mais diversos, podemos destacar: Buraco Negro, Estrelas e Planetas, Leis de Newton, Filme Interstellar, The Big Bang Theory e Resistores. A respeito dos temas, pode-se verificar que a ciência se faz presente em aula, como no mundo cinematográfico em que os conteúdos mencionados pelos alunos nos remetem a ideia de que o uso de uma HQ pode ser fundamental para explicar fenômenos científicos para este público.

Com os resultados apresentados pelos alunos do Ensino Médio é possível concluir que houve um aprendizado, mas os gráficos refletem uma evolução positiva nos conteúdos de Física contidos na HQ e um interesse maior pela ciência e divulgação dela. Além do entusiasmo e interesse em novos conteúdos de Física no formato HQ.

### **6.1.2. Análise do Ensino Fundamental**

Para início de levantamento de informações, assim como realizado no Ensino Médio, as duas primeiras perguntas do questionário I e II foram relacionadas a identificação do aluno, para saber qual público faz parte desta pesquisa e verificar se os mesmos alunos participaram dos dois questionários.

Figura 65: Respostas referente a pergunta 1: “Qual é o seu sexo?”; a) Questionário I; b) Questionário II.

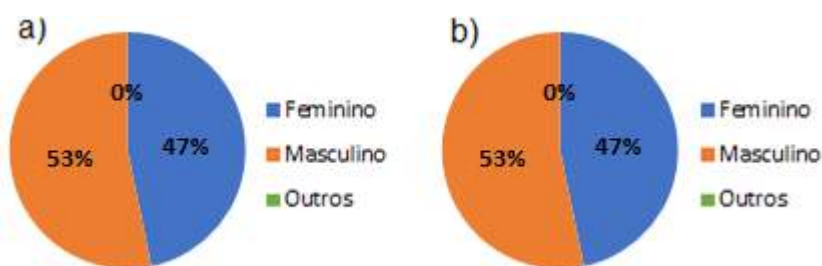
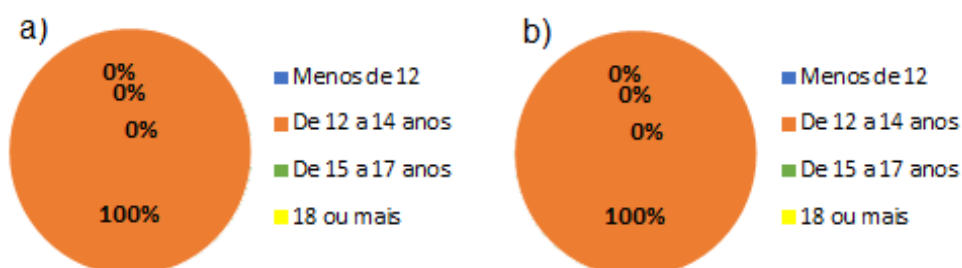


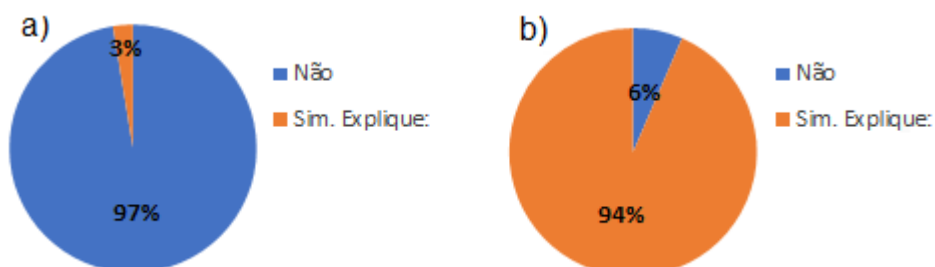
Figura 66: Respostas referente a pergunta 2: “Qual é a sua faixa etária?”; a) Questionário I; b) Questionário II.



As figuras 65 e 66 mostram que os alunos do ensino fundamental possuem etária entre 12 a 14 anos e a quantidade de meninos e meninas é praticamente a mesma.

As perguntas seguintes se referem aos conteúdos de Eletromagnetismo para saber se os alunos possuem algum conhecimento sobre o tema

Figura 67: Respostas referente a pergunta 3: “Você sabe explicar o que significa a palavra Eletromagnetismo?”; a) Questionário I; b) Questionário II.

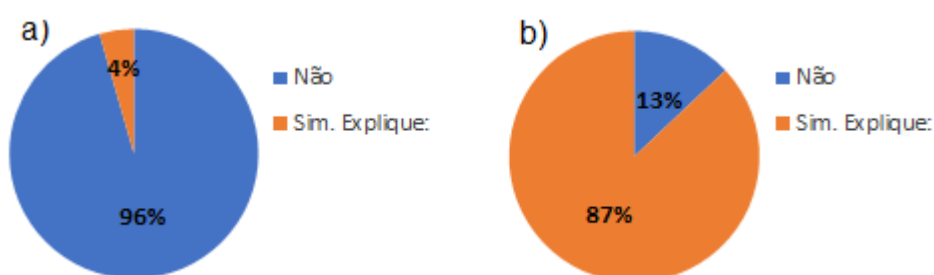


Na figura 67a, mais de 95% dos alunos do ensino fundamental responderam que não sabiam o que é Eletromagnetismo. Os poucos alunos que disseram que sim, responderam com explicações errôneas ou incompletas do tipo:

“Eletromagnetismo tem a ver com magma”; “É o estudo da ciências”; “Eletromagnetismo é o estudo da eletricidade”.

No entanto, após a leitura da HQ (ver a figura 67b), 90% dos alunos responderam positivamente com as explicações do tipo: “Eletromagnetismo é a união de eletricidade e magnetismo”, “Eletromagnetismo é o estudo de magnetismo e eletricidade”; “É a área que define a união de eletricidade e magnetismo”.

Figura 68: Respostas referente a pergunta 4: “**Você sabe explicar o que é Campo Magnético?**”; a) Questionário I; b) Questionário II.

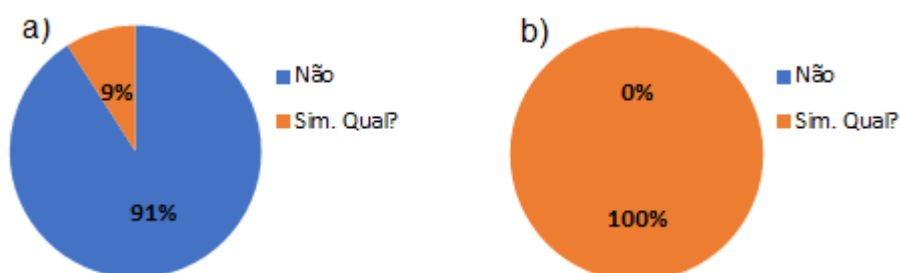


A figura 68a mostrou que, praticamente todos os alunos, não sabiam o que é e nem explicar o conceito de campo magnético. Uma das respostas foi “Campo magnético é tipo um campo de futebol só que tem ímã”.

Na figura 68b, a mesma pergunta realizada gerou um resultado satisfatório, com mais de 85% das respostas foram coerentes, tais como: “Campo magnético é o estudo de magnetismo ao seu redor”, “Campo magnético é a área da Física em que indica um espaço que tem força magnética”.

A pergunta seguinte é sobre o cotidiano do aluno, deseja-se saber se eles conseguem citar algum exemplo de algum objeto que esteja presente no dia-a-dia do aluno e que contenha aplicação do conceito de campo magnético.

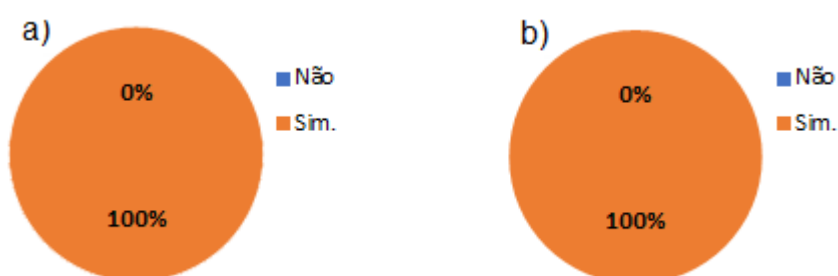
Figura 69: Respostas referente a pergunta 5: “**Você saberia dizer algum exemplo do dia a dia que tem Campo Magnético?**”; a) Questionário I; b) Questionário II.



A figura 69a mostra que 91% dos alunos do EF não possuem conhecimento sobre aplicações cotidianas relacionadas ao tema Campo Magnético. Os 9% que responderam que sabiam citaram apenas ímãs. Porém, com a leitura da HQ, este cenário mudou e outros exemplos foram citados como: CD's e DVD's, cartão de crédito e, em alguns poucos citaram o aparelho de ressonância magnético (Figura 69b).

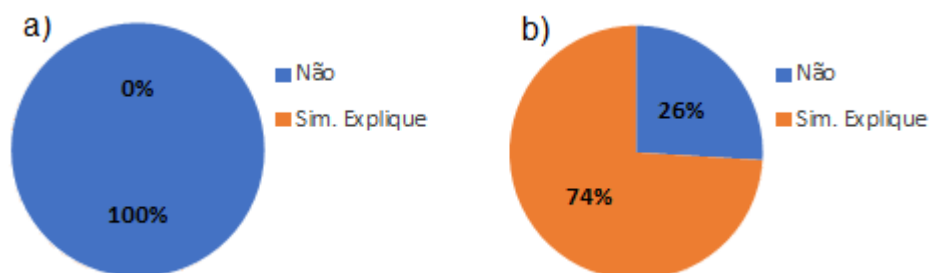
Percebe-se que para os alunos do EF mesmo sendo menores e ainda começando a vida científico, a leitura da HQ ajudou na descoberta de que a ciência se faz presente no seu cotidiano. A figura 70 mostra que os alunos acreditam que usar experimentos em aula é importante e que podem estar relacionadas com o feito das HQ's já possuem os experimentos no enredo.

Figura 70: Respostas referente a pergunta 6: **“Você acha importante o uso de experimento em sala de aula?”**; a) Questionário I; b) Questionário II.



As próximas perguntas se baseiam nas experiências de Oersted, Ampère e Faraday.

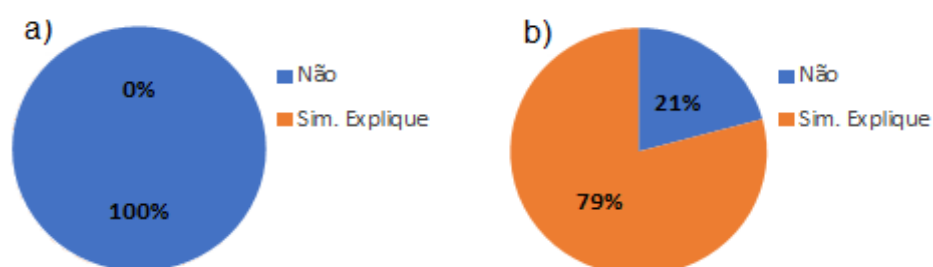
Figura 71: Respostas referente a pergunta 7: **“Você sabe explicar o experimento de Oersted?”**; a) Questionário I; b) Questionário II.



A figura 71a mostra que todos os alunos não tinham conhecimento sobre o experimento de Oersted. Embora a figura 69b mostre que 26% dos alunos ainda não

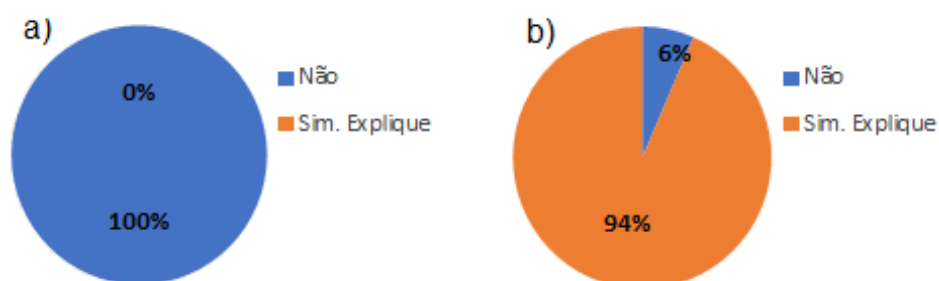
conseguiram responder a questão, mais de 70% souberam explicar muito bem, inclusive, recebemos as seguintes respostas: “É uma experiência que fala sobre o fluxo da corrente elétrica e gera um campo magnético a sua volta.”; “A experiência do autor mostra que cargas em movimento geram campo magnético a sua volta”, “Com esta experiência ele descobriu que o movimento das cargas gera campo magnético que atrapalha o campo magnético da Terra.”

Figura 72: Respostas referente a pergunta 8: “**Você sabe explicar o experimento de Ampère?**”; a) Questionário I; b) Questionário II.



A figura 72a mostra, como a experiência de Oersted, que nenhum aluno sabia explicar a experiência de Ampère. Porém, após a leitura da HQ, mais de 75% (ver figura 72b) disseram que sabiam explicar a experiência de Ampère: “A experiência explica que correntes em um fio de mesmo sentido se atraem e correntes em fios de sentidos contrários são repelidos”, “Ampère quis explicar que a direção da corrente elétrica influencia na atração e repulsão”.

Figura 73: Respostas referente a pergunta 9: “**Você sabe explicar o experimento de Faraday?**”; a) Questionário I; b) Questionário II.



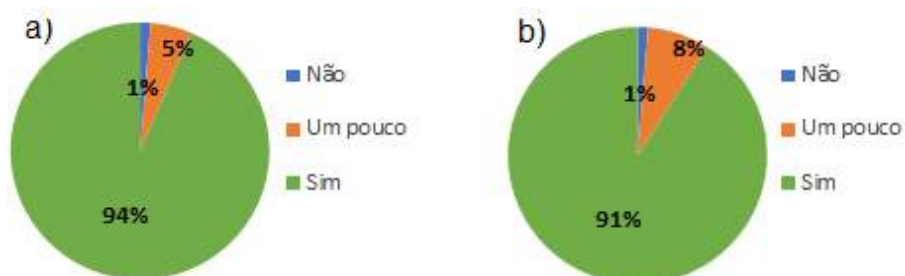
A figura 73a mostra que nenhum aluno conhecia o experimento de Faraday, o que não era uma surpresa já que as experiências anteriores todos os alunos não sabiam explicar. No entanto quando observa-se a figura 73b é perceptível que a

maioria entendeu esta experiência. As explicações dos alunos foram: “Faraday provou que carga em movimento gera campo magnético”; “A experiência indica que o campo magnético quando atravessa um fio encaracolado produz energia”; “A experiência apresenta uma ideia de que movimentando cargas possa gerar energia”; “Cargas em movimento geram bateria”; “Experiência que fala sobre campo magnético e que faz as cargas se movimentarem para gerar energia”.

A experiência de Faraday é a que tem o maior resultado positivo considerando todas as demais, o que corresponde a ideia do uso de experiências em aula (Figura 70), inclusive, alguns alunos disseram que iriam tentar fazer os experimentos em casa por se tratarem de materiais de baixo custo e por sua simplicidade.

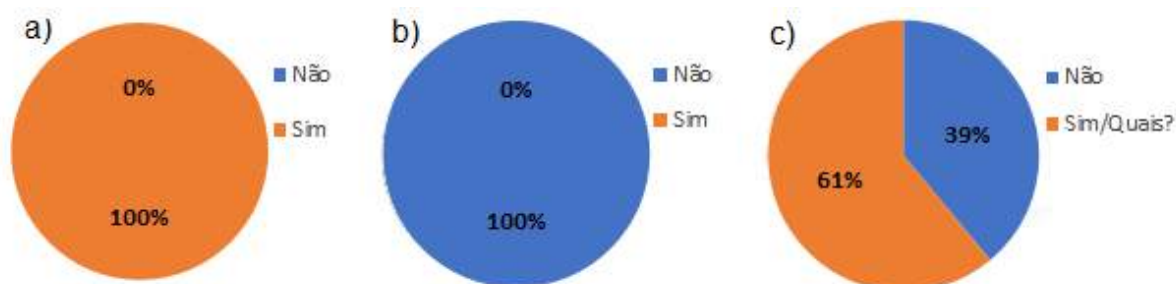
As perguntas 10 a 14 referem-se somente ao questionário I e são independentes. Elas são para saber se os alunos têm familiaridade com HQ's e se já utilizaram como forma de aprendizado.

Figura 74: Resposta referente ao questionário I: a) Questão 10: “**Você gosta de Histórias em Quadrinhos (HQ's)?**”, b) Questão 11: “**Em sua opinião, existe aprendizado com HQ's?**”.



A figura 74 mostra que as HQ's são populares e que podem ser importantes ferramentas de ensino pela facilidade de leitura e sequência de desenhos.

Figura 75: Resposta referente ao questionário I: a) Questão 12: “**Você já leu alguma HQ?**”, b) Questão 13: “**Você já leu alguma HQ com algum conteúdo de Física?**”, c) Questão 14: “**Você já leu alguma HQ com algum conteúdo de outra disciplina?**”.



A figura 75a e 75b, indica que todos os alunos já realizaram a leitura de uma HQ, porém nenhuma delas estava relacionada com conteúdos de Física. A figura 75c reflete que a HQ é um campo promissor que pode ser explorado como ferramenta de ensino de Física, pois os alunos possuem familiaridade com a leitura e já utilizaram em outras disciplinas como por exemplo Língua Portuguesa e Educação Física.

As perguntas de 10 a 16 referem-se ao questionário II, e foram realizadas após a leitura da HQ, com o intuito de ouvir os leitores e identificar os gostos, averiguar possíveis melhorias e sucesso na divulgação do material instrucional.

Figura 76: Resposta referente ao questionário II: a) Questão 10: “**Qual experimento você mais gostou?**”, b) Questão 11: “**Em sua opinião, o conteúdo abordado na HQ é:**”, c) Questão 12: “**Em sua opinião, qual é a parte que você mais gostou?**”.



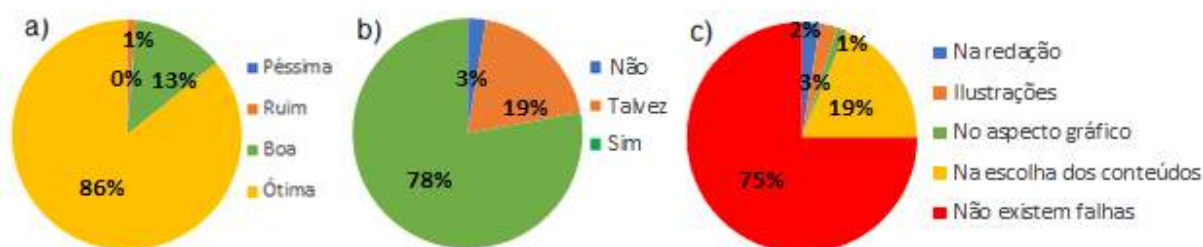
Na figura 76a é possível perceber que o experimento que os alunos mais gostaram foi a de Faraday, o que é coerente com o número de acertos observados na figura 73b. Normalmente, gosta-se mais quando se conhece.

Observe que na figura 76b praticamente todos os alunos (79%) acharam o conteúdo abordado na HQ relevante, mesmo sendo uma disciplina nova para os que estão no EF.

A HQ foi dividida em três momentos: relato do professor, experimentos dos alunos e passatempos. A figura 74c mostra que os alunos gostam mais de atividade participativas e menos tradicionais.

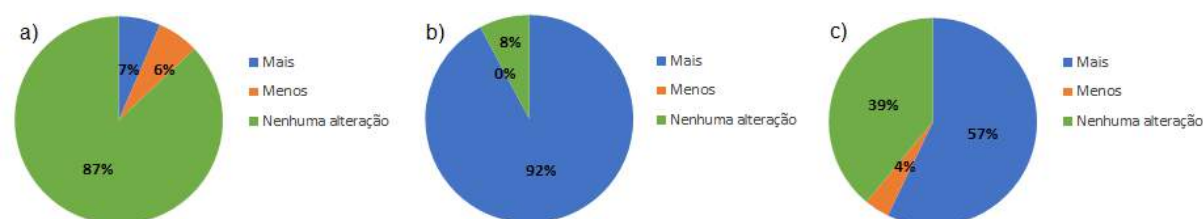
A figura 77a, 77b e 77c revela que a HQ elaborada possui mais pontos positivos do que negativos e que ela possui alta probabilidade de ser indicada para um amigo, o que contribuirá para divulgação e aprendizado de mais pessoas.

Figura 77: Resposta referente ao questionário II: a) Questão 13: “Em sua opinião, a qualidade a HQ é:”, b) Questão 14: “Você indicaria essa HQ para um amigo?”, c) Questão 15: “Em sua opinião, existe(m) falha(s) na HQ: Pode marcar mais de uma alternativa”.



Os alunos deixaram bem claro na figura 78a, 78b e 77c que eles gostaram mais dos passatempos e que o número de personagens poderia aumentar sem que as experiências científicas fossem alteradas.

Figura 78: Resposta referente a pergunta 16 do questionário II: a) “I - Número de experiências”, b) “II – Número de passatempos”, c) “III – Número de personagens”.



O uso de passatempos demonstra um aprendizado com diversão, é uma maneira pedagógica a qual pode ser usada a fim de alterar os métodos tradicionais no processo de ensino e de aprendizagem. Eles desenvolvem diversas habilidades que podem trabalhar os conhecimentos como: memória, imaginação e raciocínio.

O quantitativo de alunos que optaram por manter o número de personagens revela que os personagens foram claros, participativos e cativaram o emocional dos alunos (Figura 78c).



Uma última pergunta realizada no questionário II, qual seja, sobre a indicação de conteúdo(s) para uma nova edição e recebemos, majoritariamente, as seguintes sugestões: Zodíaco, Física, Naruto, Planetas, Buracos Negros, Física nos esportes e Prêmio Nobel. Estas ideias apresentadas pelos alunos mostram que eles têm, mesmo que em breve contato com a ciência, e que se interessam em aprender muito mais sobre ela.

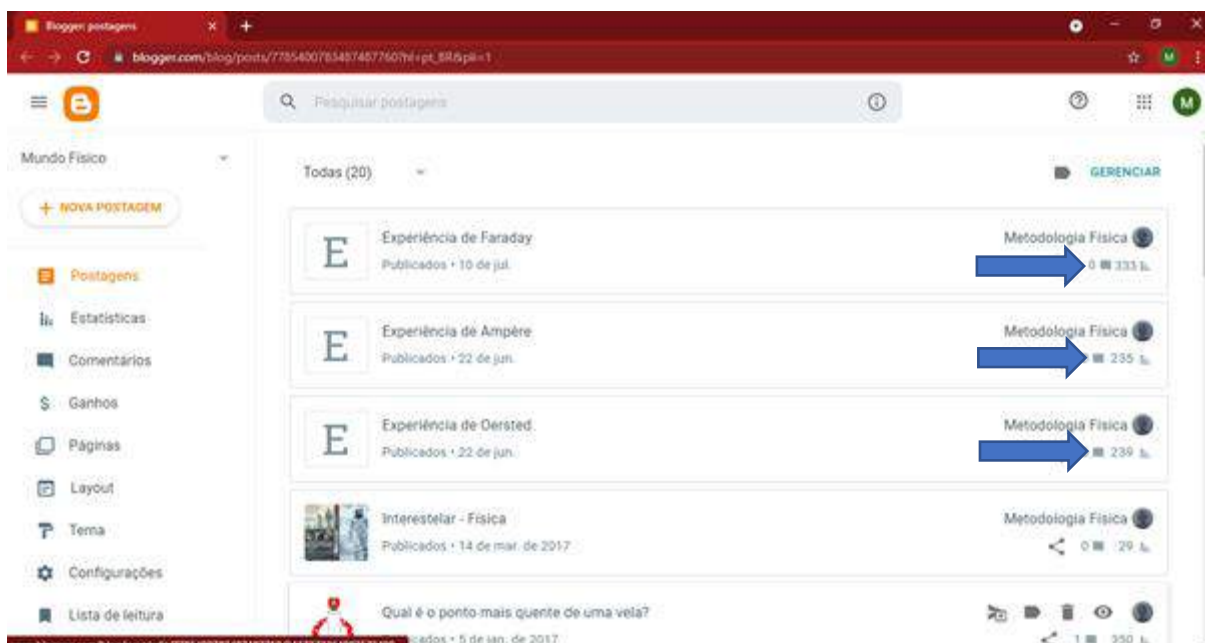
As histórias em quadrinhos são uma forma de apresentar novos conteúdos de forma lúdica capaz de trazer conhecimento e aprendizado em qualquer área que se deseja ensinar. Além dela despertar o interesse dos alunos pela ciência e Física, mostrando que elas não são apenas um aglomerado de fórmulas. As HQ's podem servir como atividades de apoio para outros professores utilizarem em aula com o intuito de maximizar o aprendizado e incentivar a leitura científica.

### **6.1.3. Análise dos vídeos**

Devido a pandemia da COVID-19, parte da aplicação deste trabalho ocorreu virtualmente. Vídeos das experiências de Oersted, Ampère e Faraday foram elaborados para que os alunos tivessem um contato maior com a parte experimental.

Para armazenar os vídeos, um ambiente virtual capaz de mostrar a quantidade de dados foi adicionado na plataforma Blogger [56].

Figura 79: Imagem com o número de acessos das experiências.



Fonte: Próprio autor

A figura 79 mostra que as experiências tiveram uma quantidade considerável de acessos desde o período de postagem 20/06/2021 até a data de 01/10/2021, de 333, 235 e 239, para as experiências de Faraday, Ampère e Oersted, respectivamente. O acesso inicial foi previsto apenas para os alunos, mas como se trata de uma página de internet o acesso é livre, maximizando os resultados sem contar com possibilidade de visualização dos vídeos mais de uma vez pelo mesmo aluno.

Em números de visualizações, a experiência que mais atraiu a atenção dos internautas foi a experiência Faraday. O motivo de tamanha procura pode ser pelo fato deste experimento usar um LED e materiais de baixo custo.

A quantidade de alunos do Ensino Médio (157) e Ensino Fundamental (77) juntos se tornam um número total de 234. A quantidade de acessos mínimos em cada vídeo é superior ao número de total de alunos, o que nos permite concluir que ainda há interesse pela ciência, tanto dos alunos como dos demais internautas.

## 7. Conclusão

O presente trabalho se propôs, como objetivo geral, ensinar a Física de forma lúdica e intuitiva através da leitura da HQ e de experimentos realizados em vídeos ou em sala de aula, demonstrando que esta disciplina não é apenas um aglomerado de equações e cálculos sem nenhuma explicação.

Os resultados mostraram que tanto os alunos do Ensino Médio quanto os do Ensino Fundamental não souberam explicar o significado das palavras eletromagnetismo e campo magnético, além de desconhecerem três experimentos de Oersted, Ampère e Faraday realizados na HQ e nos vídeos. Porém, após a aplicação do produto educacional, a grande maioria conseguiu explicar de forma positiva e coerente os referidos termos e experimentos. Acredita-se que por causa da simplicidade dos conceitos e experimentos, a experiência de Faraday foi a prática que os alunos mais acertaram e, por consequência, gostaram.

O gênero dos alunos não influenciou nos resultados, tendo em vista que todos já tiveram algum contato com HQ's em outras disciplinas, exceto Física. O interesse e gosto pelas Histórias em Quadrinhos foram evidenciados nos resultados, assim como o interesse deles em estudar novos conteúdos utilizando esta ferramenta de ensino.

A maioria dos alunos acha importante o uso de experimentos em aula, acredita que existe aprendizado no uso de HQ's e indicaria este trabalho para outra pessoa, o que corrobora a eficiência desta metodologia de ensino e influência na aprendizagem de conteúdos de Física, além de favorecer a divulgação científica.

De acordo com os resultados analisados, entre todos os alunos envolvidos na aplicação do produto, a única diferença nas respostas foi que os alunos de Ensino Médio preferem as experiências realizadas na HQ e os do Ensino Fundamental preferem os passatempos. Esta divergência pode ser explicada pela faixa etária dos alunos, sendo que os mais velhos, possivelmente, são mais concentrados e dedicados a solucionar problemas já os mais novos tendem a buscar mais interatividade e diversão.

Portanto, é possível verificar que este trabalho foi essencial para o aprendizado da Física envolvida na HQ e nos vídeos, atingindo os resultados esperados e provando que os alunos aprendem mais e melhor quando ensinados por meio de atividades participativas, interativas e menos tradicionais. Esta hipótese

foi confirmada ao analisar o interesse e os gostos dos alunos, os quais desprezaram o relato do professor em detrimento às experiências e passatempos. Isso significa que o professor deve fazer o papel do mediador entre o conhecimento e os alunos, tornando-os protagonistas do seu aprendizado e cidadãos críticos construtores do seu próprio conhecimento.

## 8. Referências Bibliográficas

- [1] ANSELMO, Z.A. *Histórias em Quadrinhos*. São Paulo: S.N., 1975.
- [2] AUSUBEL, David. *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva*, Plátano, 2003.
- [3] QUELLA-GUYOT, D. *A História em Quadrinhos*, São Paulo: Unimarco Editora, 1994.
- [4] VYGOTSKI, L. S. *A formação social da mente*. Rio de Janeiro: Martins Fontes, 1996.
- [5] HODSON, D. *Experimentos na ciência e no ensino de ciências*. *Educational Philosophy and Theory*, vol. 20, 53 - 66, 1988.
- [6] BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/> Acesso em 30 de Junho de 2021.
- [7] GUERRA, F. V. *Super heróis Marvel e os conflitos sociais e políticos nos EUA (1961-1981)*, 2011.
- [8] CAGNIN, A. L. *Os quadrinhos: linguagem e semiótica: um estudo abrangente da arte sequencial*. 1 ed. São Paulo: Criativo, 2014.
- [9] GONÇALVES, P. F.; FERNANDES, S, D. C. *Narrativas Acerca da Prática de Ensino de Química: Um Diálogo na Formação Inicial de Professores*. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 2004, p. 121–127, 2010.
- [10] COSTA, A.B.S.; SILVA, E.P. *Professor Níquel Náusea: uso de história em quadrinhos no ensino da teoria evolutiva*. *Genética na Escola*, v. 9, n. 1, 2014.

[11] MAIA, J. D. O.; *Química nas Concepções de Professores do Ensino Sá, L. P.; MASSENA, E. P.; WARTHA, E. J. O Livro Didático de Médio da Região Sul da Bahia. Química Nova na Escola, v. 33, 2011.*

[12] PEREIRA, W. L. O. *Uso da história em quadrinhos no ensino de história: "Will Eisner entra ou não entra na sala de aula?" História, imagens e narrativas, v. 11, 2010.*

[13] JÚNIOR, G. *A Guerra dos Gibis: formação do mercado editorial brasileiro e a censura nos quadrinhos. 1933-64. São Paulo: Companhia das Letras, 2004.*

[14] PIERRO, B. *Histórias em quadrinhos ganharam destaque na divulgação de pesquisas. Pesquisa FAPESP, 2018.*

[15] FIORAVANTI, C. H.; ANDRADE, R. O.; MARQUES, I. C. *Os cientistas em quadrinhos: humanizando as ciências. História, Ciências, Saúde – Manguinhos, Rio de Janeiro, v.23, n.4, out.-dez. 2016, p.1191-1208.*

[16] RUAS, C. Um sábado qualquer, 2020. Tirinhas. Disponível em <<https://www.umsabadoqualquer.com/>> acesso em 23 de setembro de 2021.

[17] TESTONI, L. A.; ABIB, M. L. V. S. *A utilização de histórias em quadrinhos no ensino de física. IV Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências. 2001.*

[18] TESTONI, L.A.; *Um corpo que cai: as histórias em quadrinhos no Ensino de Física/ Leonardo André Testoni; orient. Maria Lucia Vital dos Santos Abib. São Paulo: s.n.; 2004. 158p. : II.*

[19] JUNIOR, A. H.; HETEM, J. G.; *Ombros de gigante: história da astronomia em quadrinhos. São Paulo: DEVIR, 2010;.*

[20] CRUZ, J.; *Desenvolvimento e avaliação de uma história em quadrinhos para o ensino de astronomia. / Jonierson de Araújo da Cruz. – Araguaína, TO, 2018.*

[21] BARRETO, P. G.; CASTRO, W, S, A descoberta do Eletromagnetismo, 2020, Disponível em <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/editora/article/view/9226> acesso em 23 de setembro de 2021.

[22] BARRETO, P. G.; CASTRO, W, S, *A descoberta do eletromagnetismo: inclui experiências e jogos: com gabarito*, Palmas, TO: EDUFT, 2020. 36 p.

[23] PESSOA, Alberto Ricardo; *Quadrinhos na Educação: Uma Proposta Didática na Educação Básica/ São Paulo*, 2006.

[24] Disponível em [www.projetomamute.rg3.net](http://www.projetomamute.rg3.net) acesso em 28 de junho de 2022.

[25] PAIVA, Rendisley Aristóteles dos Santos; *Física – A importância do uso de cartuns como ferramentas auxiliares no ensino de conceitos de mecânica quântica no ensino médio / UnB, Brasília*, 2015. 88 P.

[26] VON NEUMANN, J. *Mathematical Foundations of Quantum Mechanics*. Princeton: Princeton University Press, 1955.

[27] WEBER, R. L. *Pioneers of Sciences*. London: J M A Lenikan, 1980.

[28] MARTINS, R. A; *Ørsted e a descoberta do eletromagnetismo*. Cadernos de História e Filosofia da Ciência, Florianópolis, v. 10, p. 89-114, 1986.

[29] ROCHA, José. F. M. *Origem e Evolução do Eletromagnetismo*. In: *Origens e Evolução das Ideias da Física*. Org. ROCHA, J. F. M. (org.). Salvador: EDUFBA, 2002.

[30] OERSTED, H. C. *Expériences de Ritter, analysees par M. Oersted*. Annales de Chimie et Physique 38: 197-200, 1828.

[31] PICKET, M. A. & de la Rive, A. *Erste öffentlich bekant gewordene Wiederholung dieser Versuche*. Annalen der Physik 66: 305-9, 1820.

- [32] TORT, Alexandre C.; CUNHA, Alexander M.; ASSIS, A.K.T.. Uma tradução comentada de um texto de Maxwell sobre ação a distância. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 26, n. 3, p.273-282, 22 jul. 2004. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/070402.pdf>>. Acesso em: 04 de janeiro de 2022.
- [33] ASSIS, André Koch Torres; CHAIB, João Paulo Martins de Castro. *Eletrodinâmica de Ampère*. São Paulo: Unicamp, 2011. 573 p.
- [34] BIOT, J. B. Sur! *Aimatation imprimée aux métaux par 1 eletricite em movement: lu à la seance publique de 1academie de Science*, le 2 avril 1821. *Journal de savants*, abr, p. 221-235, 1821.
- [35] The correspondence of Michael Faraday. Carta 145 (James, 1991, vol. 1, p.219).
- [36] The correspondence of Michael Faraday. Carta 145 (James, 1991, vol. 1, p.219).
- [37] FARADAY, M. *Experimental researches in electricity*. New York: Dover, 1965. 3 v. Historical sketch of electro-magnetism. *Annals of Philosophy*, v. 9, p. 107-117, 1822.
- [38] FARADAY, M. *Experimental researches in electricity*. New York: Dover, 1965. 3 v. Historical sketch of electro-magnetism. *Annals of Philosophy*, v. 2, p. 195-290, 1821a.
- [39] FARADAY, M. *Experimental researches in electricity*. New York: Dover, 1965. 3 v. On some new electro-magnetical motions, and on the theory of magnetism. *Quarterly Journal of Science*, v. 12, p. 74-96, 1821b.
- [40] DIAS, V. S.; MARTINS, R. A.; *Michael Faraday: o caminho da livraria à descoberta da indução eletromagnética*. *Ciência & Educação* (Bauru) [online]. 2004, v. 10, n. 3 [Acessado 12 Junho 2022], pp. 517-530. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-73132004000300014>>. Epub 11 Ago 2009. ISSN 1980-850X. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132004000300014>.



- [41] FARADAY, M. *Experimental researches in electricity*. New York: Dover, 1965. 3 v. Sur les mouvemens électro-magnétiques et la théorie du magnétisme. *Annales de Chimie et de Physique*, Paris, v. 18, p. 377-70, 1821c.
- [42] The correspondence of Michael Faraday. Carta 147, vol. 1, p. 220.
- [43] JAMES, F. A. J. L. (Ed.). *The correspondence of Michael Faraday*. Stevenage: Institution of Electrical Engineers, 1991. v. 1. p. 1811-1831.
- [44] FARADAY, M. *Experimental researches in electricity*. New York: Dover, 1965. 3 v. Description of an electro-magnetical apparatus for the exhibition of rotary motion. *Quarterly Journal of Science*, v. 12, p. 283-285, 1821d.
- [45] FARADAY, M. *Experimental researches in electricity*. New York: Dover, 1965. 3 v. Electromagnetic current. *Quarterly Journal of Science*, v. 19, p. 338, 1825.
- [46] FARADAY, M. *Experimental reseaches in electricity*. London: Taylor and Francis, 1839-1855. 3 vols. Reproduzido: New York: Dover, 1965; Chicago: Encyclopaedia Britannica, 1952. (Great Books of the Western World 45)
- [47] MARTIN, T. *Faraday's diary: being the various philosophical notes of experimental investigation made by Michael Faraday, D. C. L., F. R. S., 1820-1862*. London: G. Bell and Sons, 1932-1936. 7 v.
- [48] Faraday, M. (1839-1855). *Experimental researches in electricity*, 3 vols. London: Taylor.
- [49] David J. Griffiths. *Eletrodinâmica*, 3ª Edição, Pearson Edition, São Paulo (2011).
- [50] AUSUBEL, David P., NOVAK, Joseph D., HANESIAN, Helen. *Psicologia educacional*. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- [51] RONCA, A. C. C. *Teorias de ensino: a contribuição de David Ausubel*. *Temas em Psicologia*, 3, p.91-95, 1994.

[52] MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro, 2001.

[53] SILVA, A. L. S. d.; MOURA, P. R. G. d.; PINO, J. C. D. *Continuum entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa na perspectiva ausubeliana e sua relação ao contexto escolar*. Revista DI@LOGUS, v. 6, p. 52–63, 2017.

[54] AUSUBEL D. P., N. J. D.; HANESIAN, H. *Educational psychology: a cognitive view*. [S.l.]: New York, Holt Rinehart and Winston., 1978.

[55] AUSUBEL, D. *Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva*. [S.l.]: Lisboa: Plátano-Edições Técnicas, 2003.

[56] CASTRO, W, C, **Mundo Físico**, 2015. Disponível em: <<https://mundofisicouft.blogspot.com/>>. Acesso em 27/09/2021.

[57] DOLZ, Joaquim; NOVERRAZ, Michele; SCHNEUWLY, Bernard. *Seqüências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento*. In: SCHNEUWLY, Bernard.; DOLZ, Joaquim. e colaboradores. *Gêneros orais e escritos na escola*. [Tradução e organização: Roxane Rojo e Gláís Sales Cordeiro]. Campinas-SP: Mercado de Letras, 2004.

[58] BEATO-CANATO, Ana Paula Marques. *Produção escrita em Língua Estrangeira à luz do Interacionismo Sociodiscursivo*. In: (org.) Vera Lúcia Cristovão. *Estudos de linguagem à luz do Interacionismo Sociodiscursivo*. Londrina: UEL, 2008, p.35-52.

[59] BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, 2018.

## 9. Apêndice A: Produto Educacional





### Carta ao leitor

Caro(a) leitor(a),

Este material é parte de um produto educacional criado no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), no polo da Universidade Federal do Norte do Tocantins.

Trata-se de um recurso didático que visa utilizar algumas demonstrações experimentais e uma revista de História em Quadrinhos (HQ) como ferramentas facilitadoras do processo de ensino e aprendizagem de um dos temas da Física, o Eletromagnetismo.

Os temas abordados no material são os experimentos de Oersted, Ampère e de Faraday.

A HQ foi desenvolvida especialmente com cunho educativo e com foco na história e desenvolvimento do Eletromagnetismo. O acesso à HQ é gratuito e pode ser feito pelo código Qr abaixo.

Tal material foi planejado para aulas de Física dos Ensino Médio (EM) Fundamental (EF) e contém a sequência didática utilizada pelo professor.

Detalhes sobre a aplicação e os resultados podem ser encontrados no site <https://www.uft.edu.br/mnpef>, na dissertação de mestrado cujo tema é: "Uso de História em Quadrinho (HQ) vinculada à sequência didática para o ensino de tópicos do eletromagnetismo."



Wênio da Silva Castro  
Érica Cupertino Gomes  
Pâmella Gonçalves Barreto Tronção



### Sumário

FÍSICA E HISTÓRIAS EM QUADRINHOS .....	5
ELETROMAGNETISMO .....	6
RECURSO PEDAGÓGICO .....	13
SEQUÊNCIA DIDÁTICA .....	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	20



### Física e Histórias em Quadrinhos

A Física é uma ciência que investiga a natureza, descrevendo conceitualmente suas leis com uso de cálculos matemáticos. Devido a necessidade de base matemática para o desenvolvimento do raciocínio para o estudo desta disciplina, a maioria dos alunos acabam se desmotivando e se desinteressando pelo estudo desta Ciência [1].

Com o intuito de mostrar que a Física não é apenas um conjunto de fórmulas e expressões matemáticas, pretende-se diversificar as aulas tradicionais e envolver os alunos na aprendizagem dos conceitos de uma Física descontraída e de fácil entendimento, fazendo uso de uma História em Quadrinho (HQ) e de uma Sequência Didática (SD) para ensinar alguns temas do Eletromagnetismo [2], tais como: campo magnético, indução magnética, experiência de Oersted, experiência de Faraday e experiência de Ampère.

As Histórias em Quadrinhos (HQ's), foram criadas a pelo menos um século, e alucina gerações por todo o globo [3]. Sua escrita, expressões, questões ilusórias e linguagens universal são bem conhecidas. Elas trazem consigo um processo cognitivo, o qual permite interpretar sistemas de códigos que provoque a atenção, a imaginação e a finalização na produção e reprodução de cenas.

A SD corresponde a um conjunto de passos articulados e planejados com intenção de facilitar o aprendizado, cujo objetivo principal é de melhorar e simplificar o processo de ensino-aprendizagem de forma a torná-lo mais significativo e participativo [4].

Desta forma, o uso da SD tende a potencializar a aprendizagem dos conceitos de Física abordados na HQ.



### Eletromagnetismo

Durante muito tempo cientistas acreditavam que não existiam interações entre propriedades elétricas e magnéticas. Porém, no século XIX, experimentos provaram o contrário, possibilitando a descoberta do Eletromagnetismo.



Fonte: Imagem do autor

O termo magnetismo surgiu na Grécia antiga, na região de Tessália, conhecida como Magnésia. Um pastor de ovelhas percebeu que as partes metálicas do seu cajado juntamente com as suas sandálias eram atraídas pelas rochas constituídas de óxido de ferro ( $Fe_3O_4$ ). Historiadores indicam que o nome dessa região e o nome da rocha (magnetita) foram dados em homenagem ao pastor de ovelhas, que constatou tal fenômeno [5].



Fonte: Próprio autor [2].

Estas rochas magnéticas se comportavam como ímãs. Todos os ímãs são magnéticos e possuem dois polos: norte (N) e sul (S).



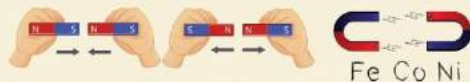
Fonte: Próprio autor.

Já é possível identificar experimentalmente que os polos com mesmo nome (norte e norte ou sul e sul), quando colocados próximos, se repelem. Enquanto que polos com nomes distintos (norte e sul ou sul e norte), quando aproximados se atraem.

Quando se divide um ímã em duas partes iguais, as novas divisões também possuem dois polos. Isto significa que não é possível separar os polos de um ímã e obter partes com apenas um dos polos, ou seja, não há monopolo magnético.

Existem materiais, que quando aproximados a ímãs, se magnetizam facilmente, os chamados ferromagnéticos (exemplos: ferro, cobalto e níquel). Dependendo da intensidade do campo magnético do ímã, estes materiais podem se tornar um novo ímã, podendo ele ser temporário ou permanente.

Quando o corpo magnetizado perde as características do ímã, ele recebe o nome de ímã temporário e quando o corpo as mantém, recebe o nome de ímã permanente.



Fonte: Próprio autor.

7

O estudo das características dos ímãs permitiu que os chineses inventassem um aparelho chamado bússola, o qual contém um ímã leve em formato de losango, que gira livremente em uma caixa com as indicações dos pontos cardeais, mais conhecido como agulha magnética.



Fonte: Próprio autor.

A agulha magnética da bússola sempre aponta para o norte geográfico da Terra, o qual corresponde ao sul magnético terrestre.



Fonte: Próprio autor.

8

O médico e cientista inglês William Gilbert em seu livro [6], explica que "o próprio globo terrestre é um grande ímã". Sendo assim, as linhas de campo magnético saem do polo norte e chegam ao polo sul, como num ímã qualquer.

O polo sul magnético é próximo ao norte geográfico e o polo norte magnético é próximo ao sul geográfico. Por isso, a agulha magnética da bússola aponta sempre para o norte geográfico, ou seja, sul magnético, já que os polos opostos se atraem.



Fonte: Próprio autor [2].

Para que uma pessoa se oriente com uma bússola, ela deve conhecer os pontos cardeais: Norte, Sul, Leste e Oeste. Por exemplo, se o indivíduo quiser ir para o noroeste, bastará ele seguir entre o Norte (direção apontada pela agulha) e o Leste.



Fonte: Próprio autor.

9

Em 1820, o físico dinamarquês Hans Christian Oersted constatou que quando se aproxima uma bússola de um fio em que se percorre uma corrente elétrica, a agulha sofria um desvio. Desta forma, pode-se concluir que, assim como nos ímãs, toda corrente elétrica também gera um campo magnético no espaço que a envolve.



Fonte: Próprio autor [2].

Quando se existe um fio em que nele passa uma corrente elétrica  $i$ , ao seu redor é gerado um campo magnético, cujas linhas de campo são circunferências concêntricas pertencentes ao plano perpendicular ao fio.

A partir da experiência de Ampère, foi possível determinar a existência de uma força magnética que atua neste campo devido a passagem de corrente elétrica.

$$F_m = q(v \times B)$$



onde  $q$  corresponde a carga e  $v$  a velocidade dela.

Fonte: Próprio autor [2].

Neste experimento, a corrente elétrica gera um campo magnético que pode ser atraído ou repelido por um ímã, dependendo da orientação do polo magnético dele.

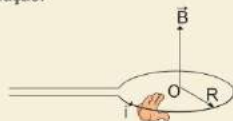
10

Ampère descobriu que a força magnética depende do sentido da corrente elétrica e constatou a existência da interação entre fios condutores paralelos, que é atrativa se ambos conduzem corrente no mesmo sentido e repulsiva se forem de sentidos contrários.

Ele também descobriu que o campo magnético em uma espira circular de fio metálico de raio  $R$ , percorrido por corrente elétrica, equivale a um ímã comum. Isto significa que se a intensidade da corrente elétrica que percorre a espira for  $i$ , o vetor indução magnética no centro da espira terá a direção perpendicular ao plano dela e a intensidade do campo magnético no centro da espira será expressa pela equação:

$$B = \frac{\mu i}{2R}$$

onde  $\mu$  é permeabilidade magnética do meio, (depende do material) .

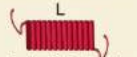


Fonte: Próprio autor.

O comportamento de um fio enrolado na forma de espiral (solenóide) também gera campo magnético, ou seja, se comporta como um ímã. Neste caso, o fio condutor é enrolado em espiras iguais uma ao lado da outra igualmente espaçadas e a intensidade do campo magnético pode ser expressa pela equação:

$$B = \frac{\mu Ni}{L} = \mu ni$$

onde  $n$  é o número de espiras existente em um determinado comprimento  $L$  de bobina.



Fonte: Próprio autor.

11

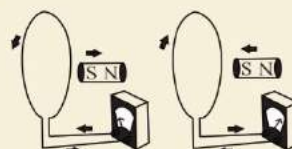
O experimento de Faraday demonstrou que para produzir uma corrente elétrica devido a presença de um ímã, faz-se necessário que ele se desloque na região onde se encontra o fio condutor.

Ele observou ainda que uma corrente variável circulando numa bobina provocava uma corrente em outra bobina próxima. Esse fenômeno é conhecido como Indução Eletromagnética [2].



Fonte: Próprio autor.

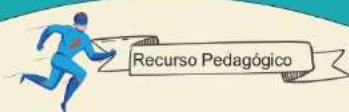
Quando o ímã se afasta da bobina, a intensidade do fluxo da corrente diminui. Alterando o sentido do ímã, muda-se o sentido da corrente [2].



Fonte: Próprio autor.

Todos esses experimentos contribuíram para provar que existem interações entre propriedades elétricas e magnética, que hoje chamamos de Eletromagnetismo [2].

12



### Recurso Pedagógico

Saber ensinar um novo conteúdo nem sempre é tarefa fácil. O professor pode dominar bem o conteúdo, porém se ele não tiver habilidades e, pelo menos, uma ferramenta pedagógica para ensiná-lo, o aluno provavelmente não terá um aprendizado [7].

Uma ferramenta de ensino que pode ser útil para este fim são as Histórias em Quadrinhos (HQs), as quais possuem qual possui uma linguagem em que o aluno geralmente conhece desde criança. Elas normalmente possuem um gênero literário que aborda conteúdo de uma maneira divertida, com recursos lúdicos de modo a facilitar conteúdos abstratos, como no caso da Física por exemplo.

Essa ferramenta foi incrementada no Base Nacional Comum Curricular (BNCC) com o intuito do aluno adquirir habilidades e competências [8]. Sendo assim, as HQ's passaram a ganhar cada vez espaço em livros didáticos e até mesmo em provas externas como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM),

Depois do surgimento de novas plataformas e softwares, necessários para o desenvolvimento das HQ's, foi possível uma melhoria na criação dos recursos gráficos, tais como: balões, quadros, onomatopéias, linhas cinéticas, metáforas visuais, cores, etc, possibilitou um aumento de cenas e expressões [9].

Esta melhoria nas HQ's, oportunizou o aumento de produção e uso deste tipo de ferramenta, a qual possibilitou diversificar as aulas tradicionais e envolver os alunos na aprendizagem [10].

Portanto, o professor pode usar como ferramenta pedagógica as HQs de maneira facilitar e diversificar o aprendizado do aluno, com as expressões e linguagens cômicas com aspecto lúdico, despertando o interesse dos alunos para o estudo e desenvolvendo o aprendizado na área escolhida.

13

Outro recurso muito utilizado no ensino são os experimentos didáticos, pois eles conseguem relacionar a prática com a teoria demonstrada em aula, possibilitando uma aprendizagem por descoberta.

Desta forma, este trabalho visa utilizar experimentos didáticos e HQ (que também contém experimentos científicos em seu texto) como ferramentas facilitadoras para o desenvolvimento e aprendizado de um dos temas da Física, o eletromagnetismo.

Com intuito de explicar sua origem, evolução experimental e científica através da aplicação deste tema na tecnologia, foi elaborado uma HQ cujo o título é "A DESCOBERTA DO ELETROMAGNETISMO". Esta obra, juntamente com a demonstração de seus experimentos, servirá como recurso didático para o ensino de eletromagnetismo a ser desenvolvido com os alunos nas aulas de Física tanto do Ensino Médio (EM) quando do Ensino Fundamental (EF).



Fonte: Próprio autor.

14



### Sequência Didática

A sequência didática apresentada, demonstrará como será desenvolvida as etapas de ensino utilizando a HQ e explicará o processo a ser realizado em cada uma delas de modo que ela possa facilitar o aprendizado dos alunos. Devido a pandemia do Coronavírus (COVID-19), a aplicação poderá ser desenvolvida totalmente online fazendo uso de plataformas virtuais, como Google forms, Google Classroom, Whatsapp, etc.

#### Física e a História em Quadrinho

Conteúdo: Eletromagnetismo

Tempo: 3 aulas de 50min

Objetivos: Identificar a história do Eletromagnetismo em forma de quadrinhos, desenvolver o senso de pesquisa e o espírito crítico nos alunos e analisar se houve aprendizado.

Recursos:

- a) Online: Smartphone, tablet ou computador, internet, e a HQ;  
b) Presencial: Datashow, quadro, pincel e a HQ.

Procedimentos:

Situação 1: Diagnosticar o conhecimento que os alunos já possuem.

Para diagnosticar este conhecimento prévio, faz-se necessário o uso do Questionário I, o qual poderá ser impresso ou online (formulário Google, por exemplo).

Este questionário permitirá identificar os conteúdos de Física e os experimentos envolvidos no tema eletromagnetismo e as experiências de leitura com HQ dos mesmos.

15

#### Questionário I

Este questionário visa analisar os conhecimentos prévios dos discentes sobre Histórias em Quadrinhos (HQ's) e Eletromagnetismo. Todas as respostas serão analisadas sem identificação do aluno, ou seja, em sigilo autoral. Entretanto, responda todas as questões de forma responsável sem fazer consultas na internet ou em algum material didático.

1ª) Qual é o seu sexo?  
( ) Feminino ( ) Masculino ( ) Outros

2ª) Qual é a sua faixa etária?  
( ) menos de 12 anos  
( ) de 12 a 14 anos  
( ) de 15 a 17 anos  
( ) 18 anos ou mais

3ª) Você sabe explicar o que significa a palavra Eletromagnetismo?  
( ) Não ( ) Sim. Explique \_\_\_\_\_

4ª) Você sabe explicar o que é Campo Magnético?  
( ) Não ( ) Sim. Explique \_\_\_\_\_

5ª) Você saberia dizer algum exemplo do dia-a-dia que tem Campo Magnético?  
( ) Não ( ) Sim. Qual (is)? \_\_\_\_\_

6ª) Você acha importante o uso de experimentos em sala de aula?  
( ) Não ( ) Sim

7ª) Você sabe explicar o experimento de Oersted?  
( ) Não ( ) Sim. Explique \_\_\_\_\_

8ª) Você sabe explicar o experimento de Ampère?  
( ) Não ( ) Sim. Explique \_\_\_\_\_

16

9ª) Você sabe explicar o experimento de Faraday?  
( ) Não ( ) Sim. Explique \_\_\_\_\_

10ª) Você gosta de Histórias em Quadrinhos (HQ's)?  
( ) Não ( ) Um pouco ( ) Sim

11ª) Em sua opinião, existe aprendizado com HQ's?  
( ) Não ( ) Um pouco ( ) Sim

12ª) Você já leu alguma HQ?  
( ) Não ( ) Sim

13ª) Você já leu alguma HQ com algum conteúdo de Física?  
( ) Não ( ) Sim

14ª) Você já leu alguma HQ com algum conteúdo de outra disciplina?  
( ) Não ( ) Sim. Qual (is)? \_\_\_\_\_

#### Situação 2: Despertar o lúdico, o espírito científico e investigativo nos alunos.

a) **Online:** o professor postará ou enviará o e-book contendo a HQ e as vídeos-aulas explicando os principais experimentos que tratam sobre a descoberta do eletromagnetismo: Oersted, Ampère e Faraday. Todos eles, elaborados com materiais de baixo custo [11].

b) **Presencial:** o professor lerá junto com os alunos a HQ e desenvolverá todos os experimentos mostrados nas vídeo-aulas passo a passo.

Desa forma, os alunos terão lido no Gibi, visto e ouvido nas vídeo-aulas sobre os experimentos, o que amplia suas possibilidades de aprendizado.

17

#### Situação 4: Aplicação do Questionário II

Após a leitura da HQ, o passo seguinte será verificar o aprendizado que os alunos adquiriram com o uso das ferramentas experimentais e da HQ. Isto será realizado utilizando outro questionário, o qual poderá ser impresso ou online (formulário Google, por exemplo).

#### Situação 5: Resultados

Neste último momento, os resultados referentes a aplicação deste material didático nos alunos será analisado com o intuito de saber se trouxe aprendizado e conhecimento científico por parte dos alunos. Além de saber se a HQ e as vídeo-aulas aplicadas tiveram influência positiva na aprendizagem.

#### Resumo da Sequência Didática

Aula 1: Aplicar o Questionário I (situação 1) e a leitura da HQ (parte da situação 2). Tempo: 50min.

Aula 2: Desenvolver os experimentos (parte da situação 2) e aplicar o Questionário II (situação 3). Tempo: 50min.

Aula 3: Analisar e discutir os resultados da aplicação da HQ e vídeo-aulas. Tempo: 50min.

18

## Questionário II

Este questionário visa analisar os conhecimentos adquiridos pelos discentes sobre Histórias em Quadrinhos (HQ's) e Eletromagnetismo, após a leitura do material didático disponível no anexo. Todas as respostas serão analisadas sem identificação do aluno, ou seja, em sigilo autoral. Entretanto, responda todas as questões de forma responsável sem fazer consultas na internet ou em algum material didático.

1ª) Qual é o seu sexo?

Feminino  Masculino  Outros

2ª) Qual é a sua faixa etária?

menos de 12 anos  
 de 12 a 14 anos  
 de 15 a 17 anos  
 18 anos ou mais

3ª) Você sabe explicar o que significa a palavra Eletromagnetismo?

Não  Sim. Explique \_\_\_\_\_

4ª) Você sabe explicar o que é Campo Magnético?

Não  Sim. Explique \_\_\_\_\_

5ª) Você saberia dizer algum exemplo do dia-a-dia que tem Campo Magnético?

Não  Sim. Qual (is)? \_\_\_\_\_

6ª) Você acha importante o uso de experimentos em sala de aula?

Não  Sim

7ª) Você sabe explicar o experimento de Oersted?

Não  Sim. Explique \_\_\_\_\_

8ª) Você sabe explicar o experimento de Ampère?

Não  Sim. Explique \_\_\_\_\_

18

9ª) Você sabe explicar o experimento de Faraday?

Não  Sim. Explique \_\_\_\_\_

10ª) Qual experimento você mais gostou:

Oersted  Ampère  Faraday

11ª) Em sua opinião, o conteúdo abordado na HQ é:

Irrelevante  Pouco relevante  
 Relevante  Muito relevante

12ª) Em sua opinião, qual é a parte que você mais gostou?

Relato do professor  Experiência realizada pelos alunos  
 Passatempos

13ª) Em sua opinião, a qualidade da HQ é:

Péssima  Ruim  Boa  Ótima

14ª) Você indicaria essa HQ's para um amigo?

Não  Talvez  Sim

15ª) Em sua opinião, existe(m) falha(s) na HQ: **Pode marcar mais de uma alternativa**

Na redação  Ilustrações  No aspecto gráfico  
 Na escolha dos conteúdos  Não existem falhas

16ª) Em sua opinião, o que você recomendaria para melhorar a HQ?

I) Número de experiências  
 Mais  Menos  Nenhuma alteração  
 II) Número de passatempos  
 Mais  Menos  Nenhuma alteração  
 III) Número de personagens  
 Mais  Menos  Nenhuma alteração

17ª) Para uma nova edição, você indicaria qual(is) conteúdo(s)?

19



## Referências Bibliográficas

[1] PACHECO, Marina Buzin; ANDREIS, Greice da Silva Lorenzetti. **Causas das dificuldades de aprendizagem em Matemática: percepção de professores e estudantes do 3º ano do Ensino Médio**. Divulgação científica e tecnológica do IFP, Revista Princípios, nº 38, agosto, 2017.

[2] BARRETO, P. G. E CASTRO, W. S. **A descoberta do eletromagnetismo**: inclui experiências e jogos: com gabarito - Palmas, TO: EDUFT, 2020.

[3] ANSELMO, Z.A. **Histórias em Quadrinhos**. São Paulo: S.N., 1975.

[4] ZABALA, Antoni. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.

[5] BARROS, A. E. A. ; BARRETO, P.G. **Eletromagnetismo**: Uma viagem do macro ao micro.. 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2017. v. 1. 96p.

[6] GILBERT, William (1600). **De magnete, Magnetisque Corporoibus, et de Magno Magnete Tellure**: Physiologia noua, Plumiris & Argumentis, & Experimentis Demonstrata (in Letin). London: Peter Short.

[7] MORAN, J. M., **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Coleção Papirus Educação, Editora Papirus, Campinas, 16. ed., 2009.

[8] Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/conaees-comissao-nacional-de-avaliacao-da-educacao-superior/195-secretarias-112877938/seb-educacao-basica-2007048997/12598-publicacoes-sp-265002211>> Acesso em: 10 de Junho de 2021.

[9] ROJO, Roxane. Entre Plataformas, ODAs e Protótipos: Novos multiletramentos em tempos de WEB2. **The ESPECIALIST**: Descrição, Ensino e Aprendizagem, Vol. 38, No. 1, jan-jul2017. Disponível em: <<https://revistas.pucsp.br/index.php/esp/article/view/32219>>. Acesso em 11 de Junho de 2021.

[10] REZENDE, Lucinea Aparecida de. **Leitura e Formação de Leitores**: Vivências Teórico-Práticas. Londrina: Eduel, 2009.

[11] Disponível em <<http://mundofisicouft.blogspot.com/>> Acesso em: 12 de Junho de 2021.

20

FIM

21



## 10. Apêndice B: Gibi: “A descoberta do Eletromagnetismo”



---

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP

---

B273d

Barreto, Pâmella Gonçalves.

A descoberta do eletromagnetismo: inclui experiências e jogos: com gabarito. / Pâmella Gonçalves Barreto; Wênio da Silva Castro. – Palmas, TO: EDUFT, 2020.  
36 p. : il. ; 21 x 29,7 cm.

ISBN 978-65-89119-54-8

Inclui histórias em quadrinho.

1. Ensino lúdico. 2. Eletromagnetismo, história. 3. Eletromagnetismo, conceitos. 4. Física, conceitos. I. Wênio da Silva Castro. II. Título.

CDD – 530

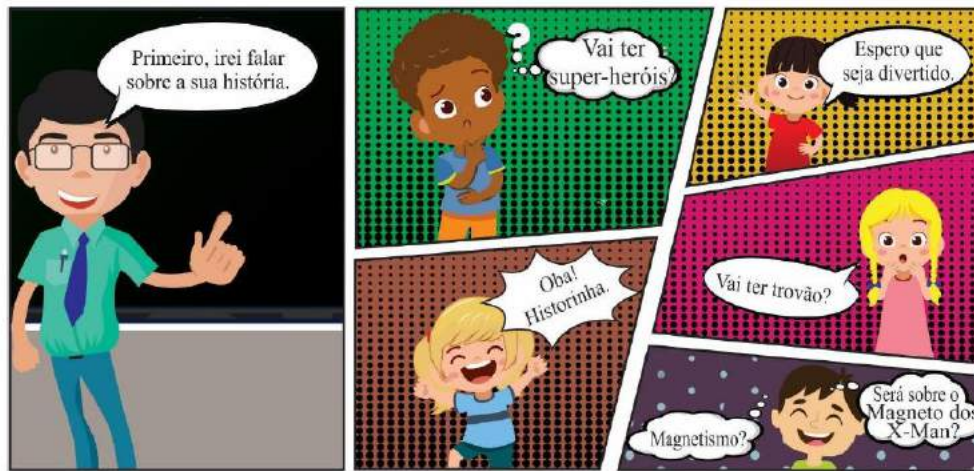
Este material foi desenvolvido durante o Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF UFT – Polo 61), Mestrado em rede da Sociedade Brasileira de Física, em conjunto com a Universidade Federal do Tocantins do Campus de Araguaína, pelo aluno Wênio da Silva Castro e pela professora Dra. Pâmella Gonçalves Barreto.

Wênio da Silva Castro é professor de Física do estado do Tocantins. Ele é graduado em Licenciatura em Física pela Universidade Federal do Tocantins (UFT) e, atualmente, aluno do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF UFT).

Pâmella Gonçalves Barreto é professora adjunta do curso de Licenciatura em Física e Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física na Universidade Federal do Tocantins (UFT / Campus de Araguaína – Unidade Cimba). Ela é graduada em Licenciatura em Física pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Mestre em Física pela Universidade Federal Fluminense (UFF), Doutora e Pós-doutora em Física pelo Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) em temas relacionados ao eletromagnetismo.

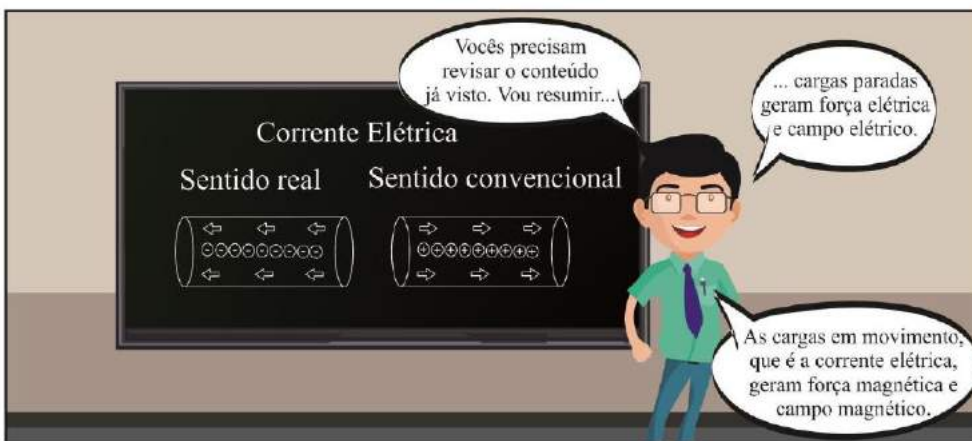
Agradecemos a Universidade Federal do Tocantins e a Sociedade Brasileira de Física pela oportunidade de desenvolver esta pesquisa, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento do Programa e a revisora desta obra, Xaieny Luiza de Souza Oliveira Franco, pelos serviços prestados.



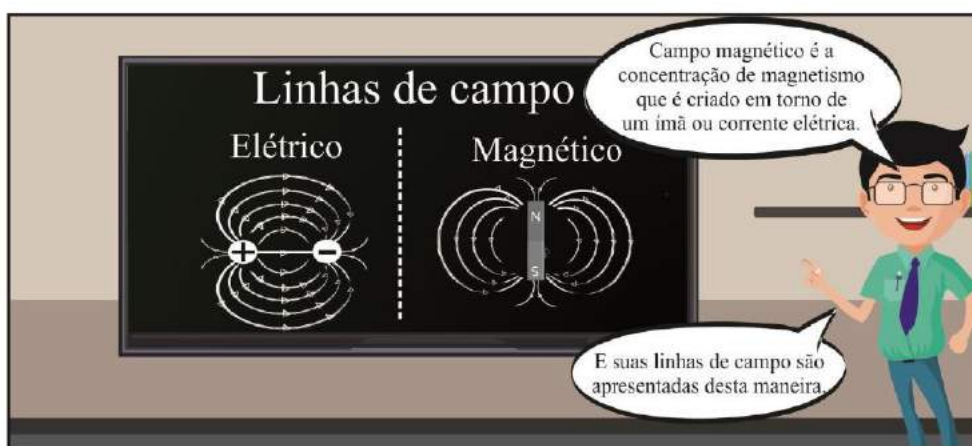
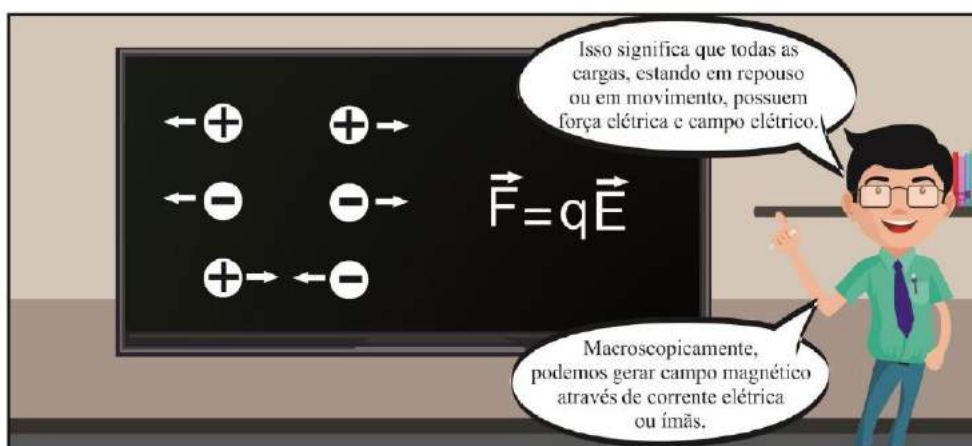


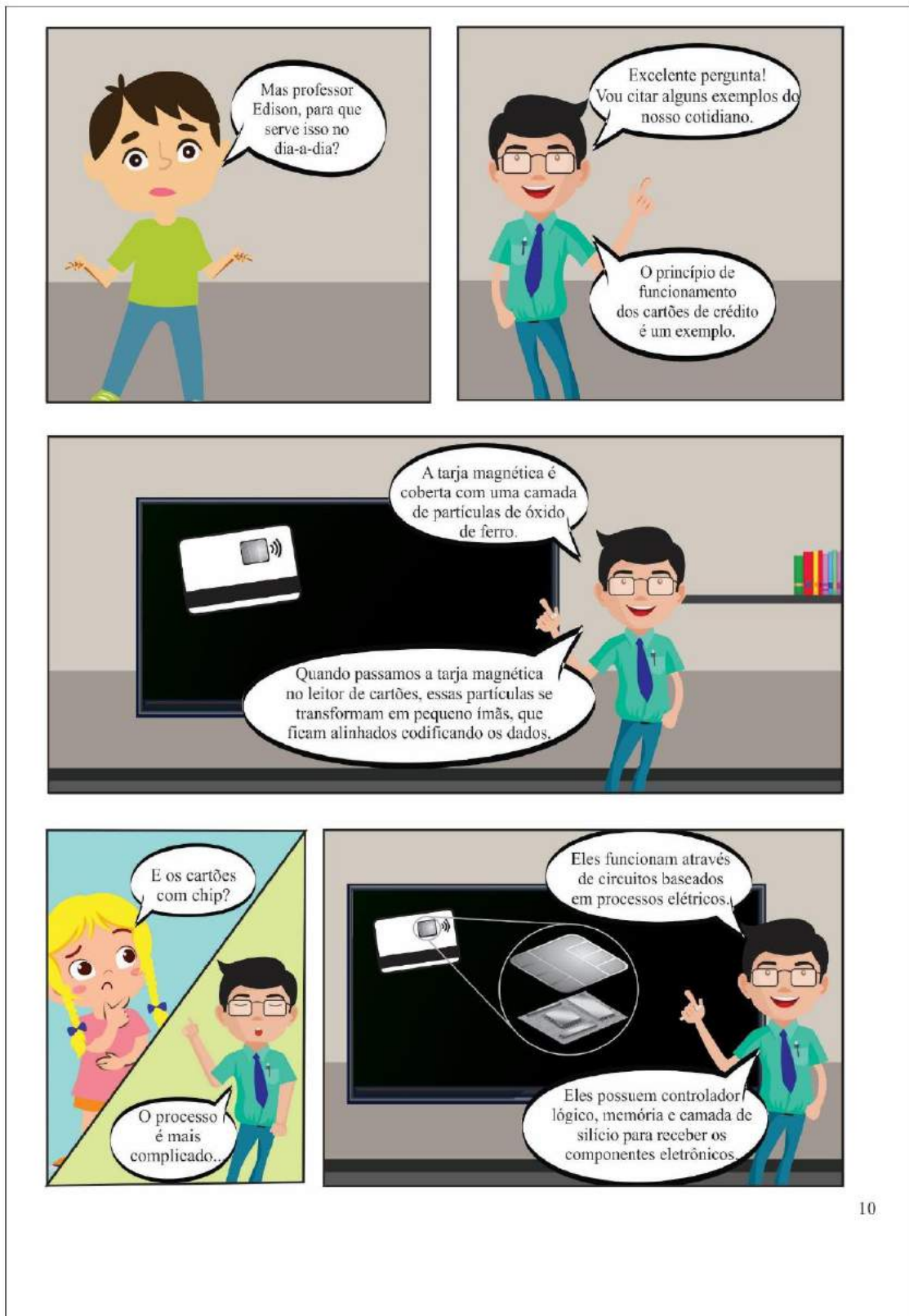


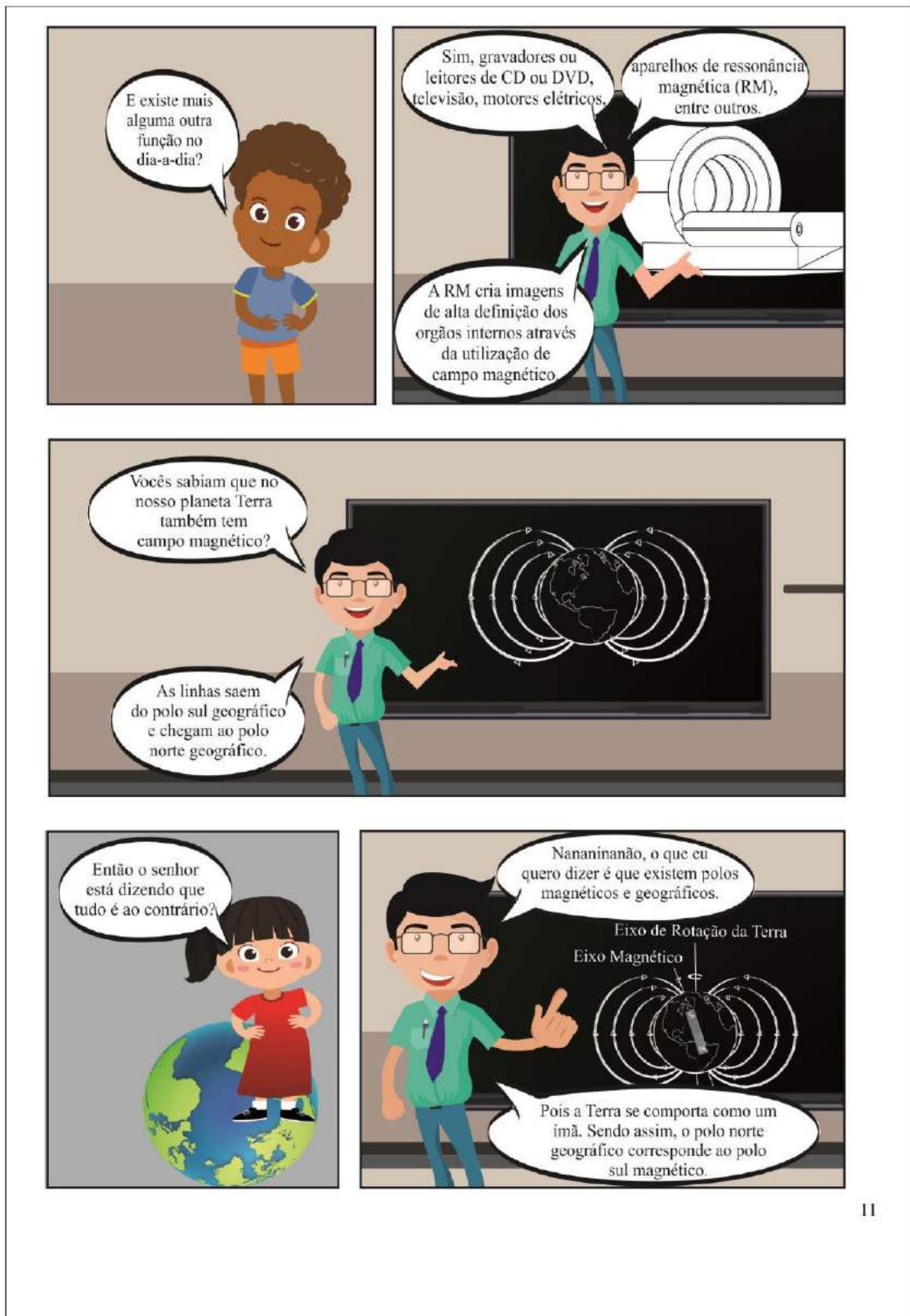




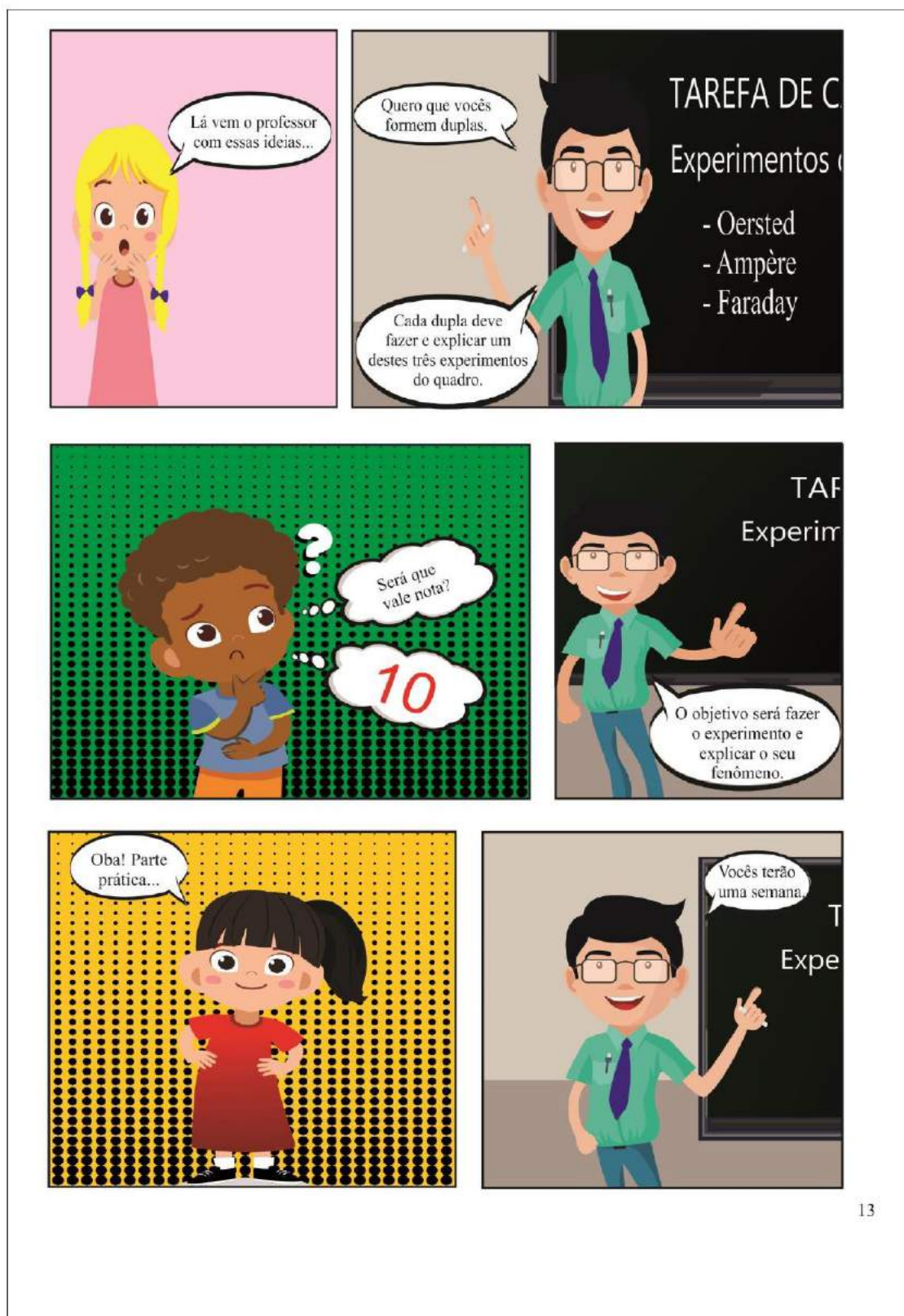




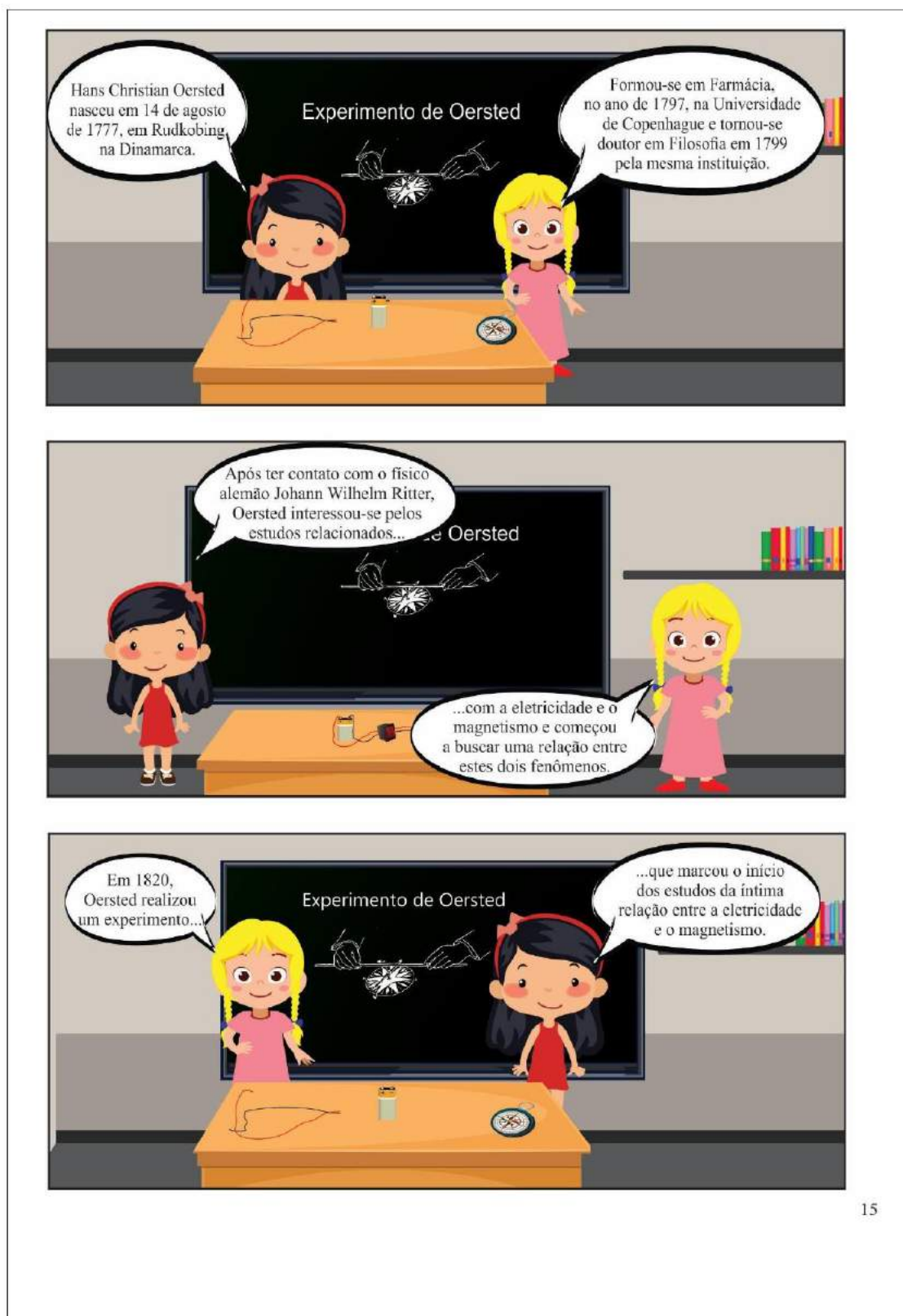


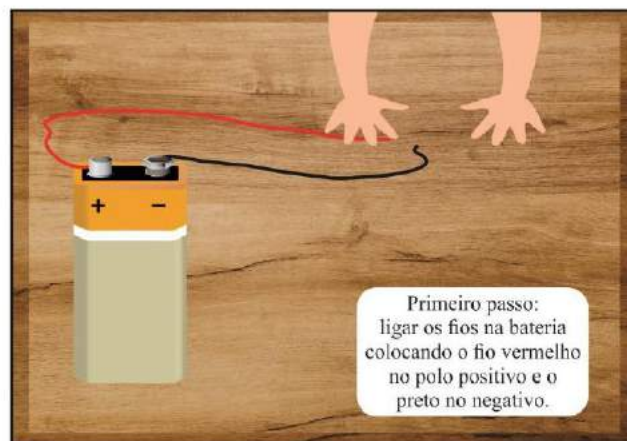








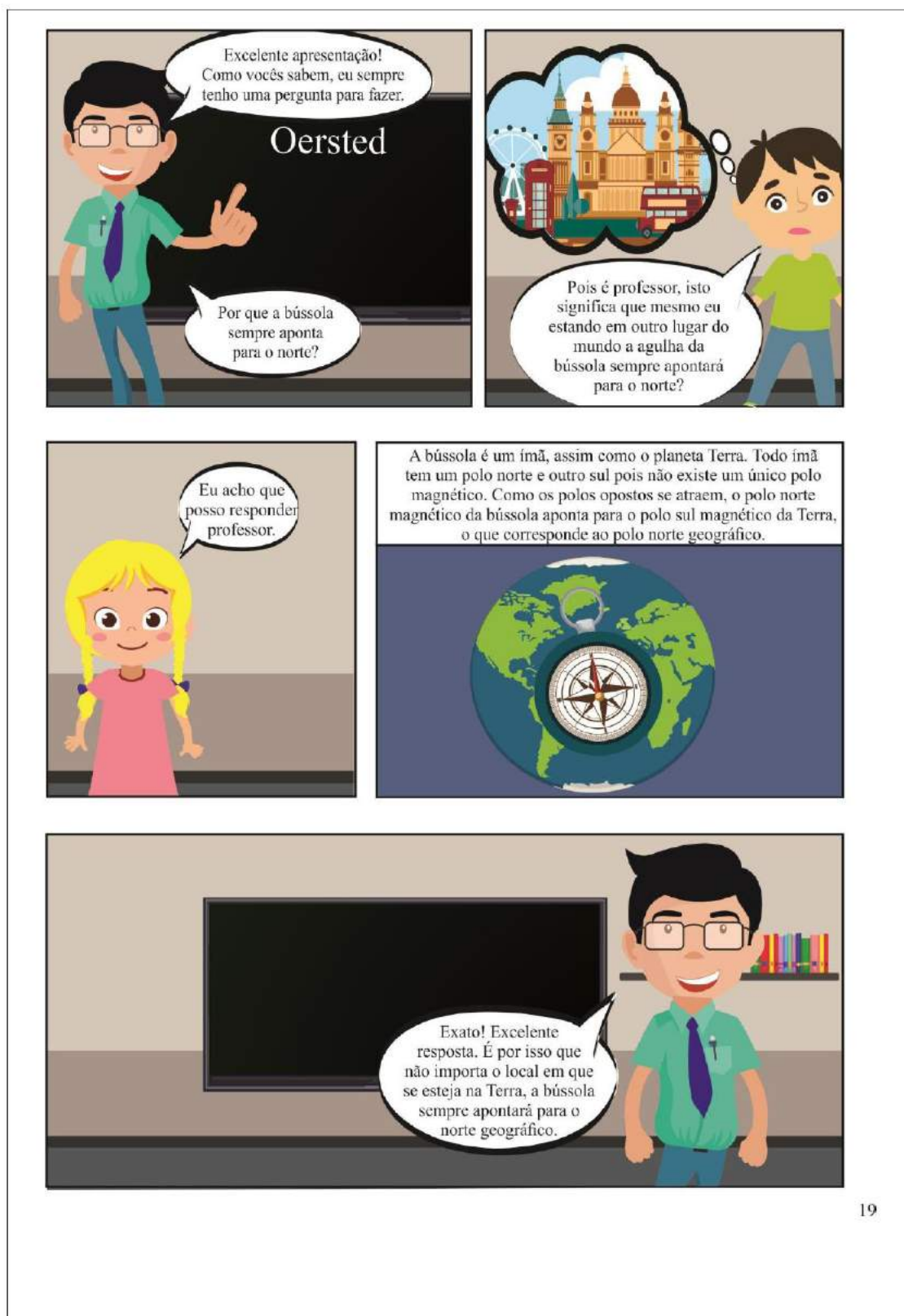












Agora vamos para a próxima apresentação, a do experimento de Ampère.

Oi pessoal!

Olá, amigos!

Assim como o grupo anterior, iremos falar um pouco sobre nosso cientista.

Em 1775, André Marie Ampère, nasceu Polemieux-Le-Mont-d'Or, próximo a Lyon, na França.

Ocupou-se com vários ramos do conhecimento humano, deixando obras de importância, principalmente no domínio da física e matemática.

Em 1820, foi apresentado à Academia de Ciências da França, os resultados de suas pesquisas sobre o efeito magnético da corrente elétrica, onde fazia a distinção entre tensão elétrica (diferença de potencial) e corrente elétrica associada as propriedades magnéticas de Oersted.

Nesta pesquisa, Ampère chegou a alguns resultados relevantes, sendo um deles a da Força magnética, relacionada a fios e ímãs.

É este experimento que o meu amigo irá montar.

Neste experimento utilizaremos: fios, uma madeira de suporte, um botão liga/desliga, três treliças de tamanhos diferentes, três pilhas e um ímã.

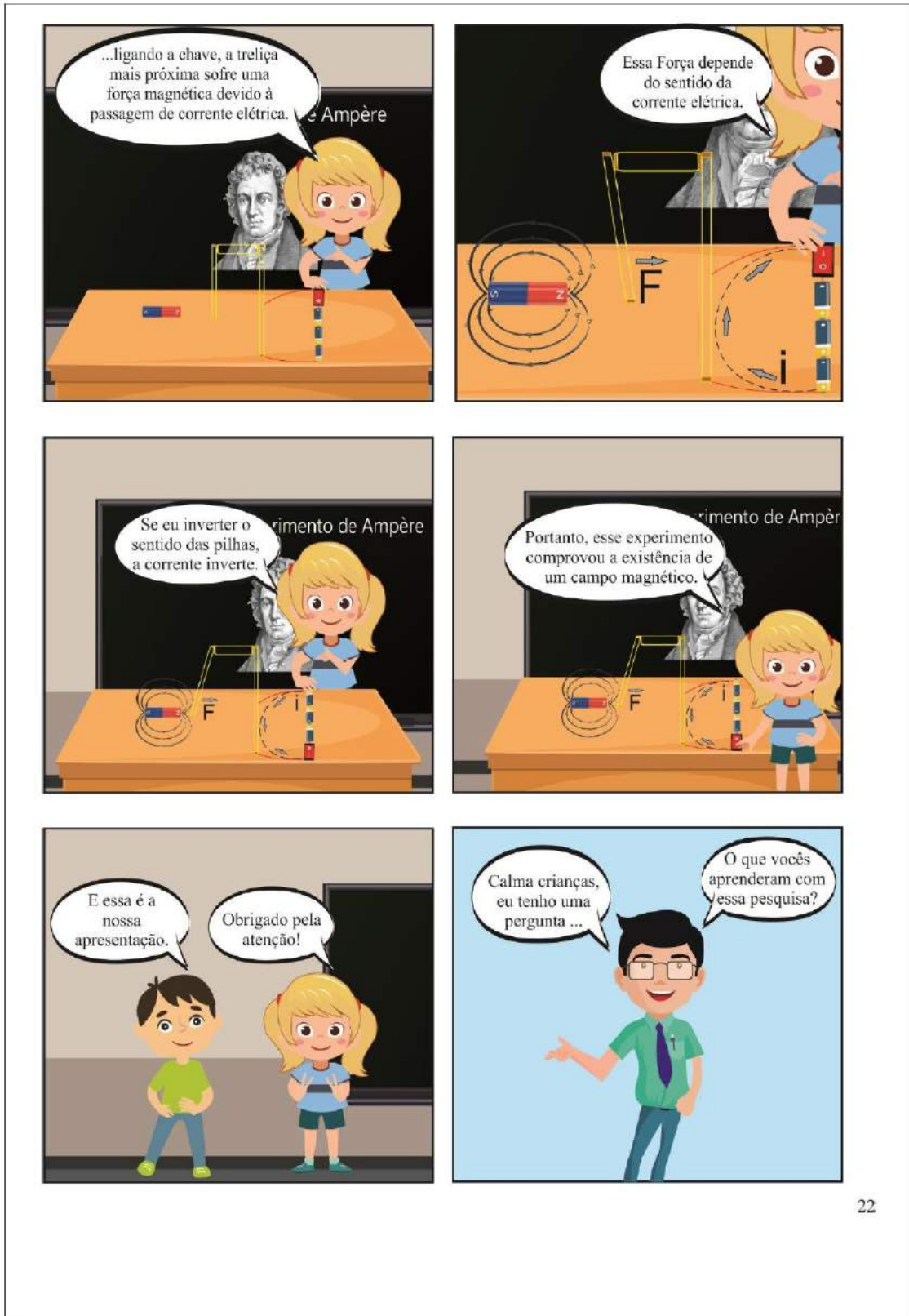
O primeiro passo é instalar o botão liga/desliga na madeira do suporte e colocar as pilhas em série, ou seja, positivo com negativo.

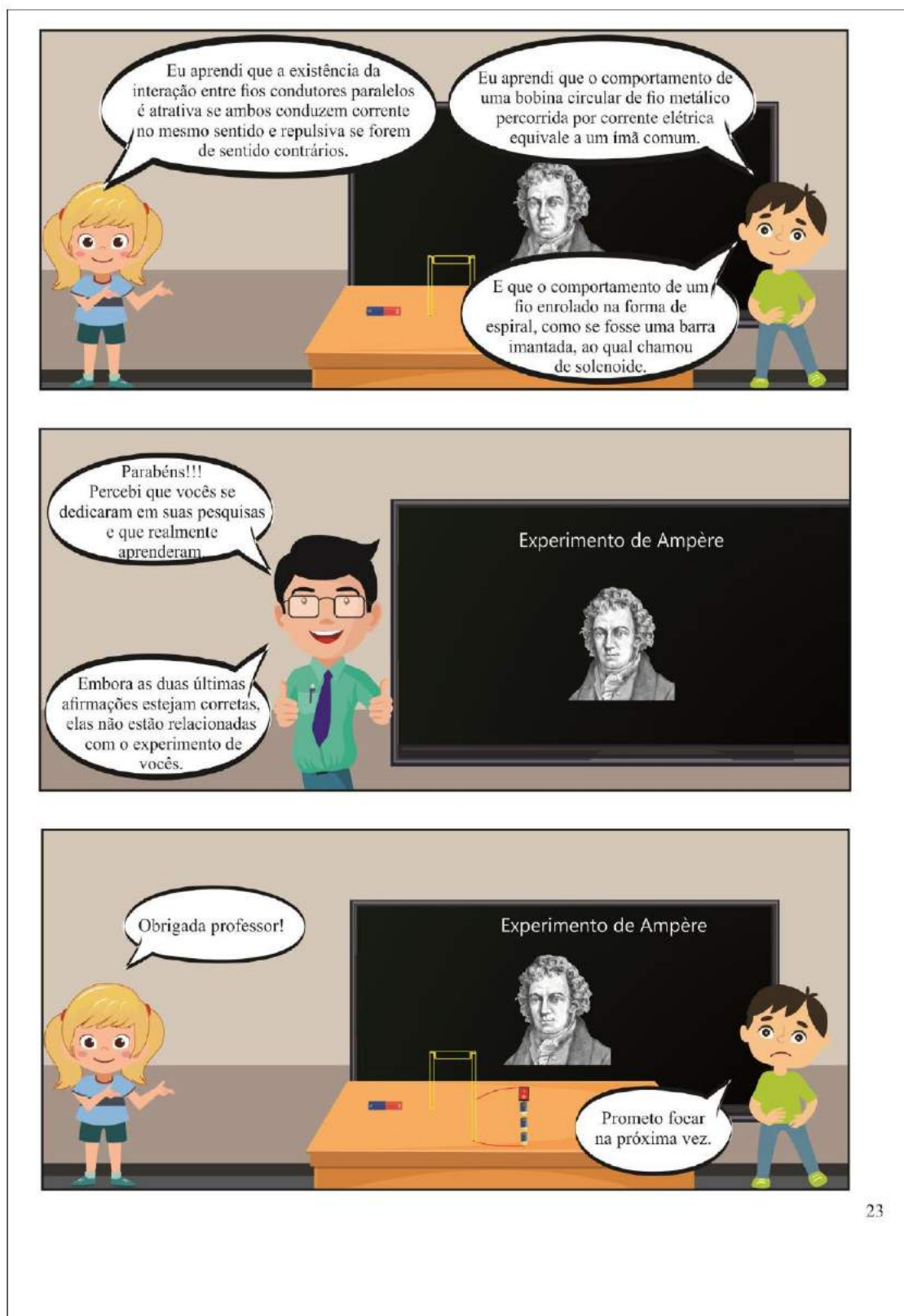
Juntando as treliças de uma maneira que fique como a figura ao lado e unindo os fios nelas conforme o esquema acima representado.

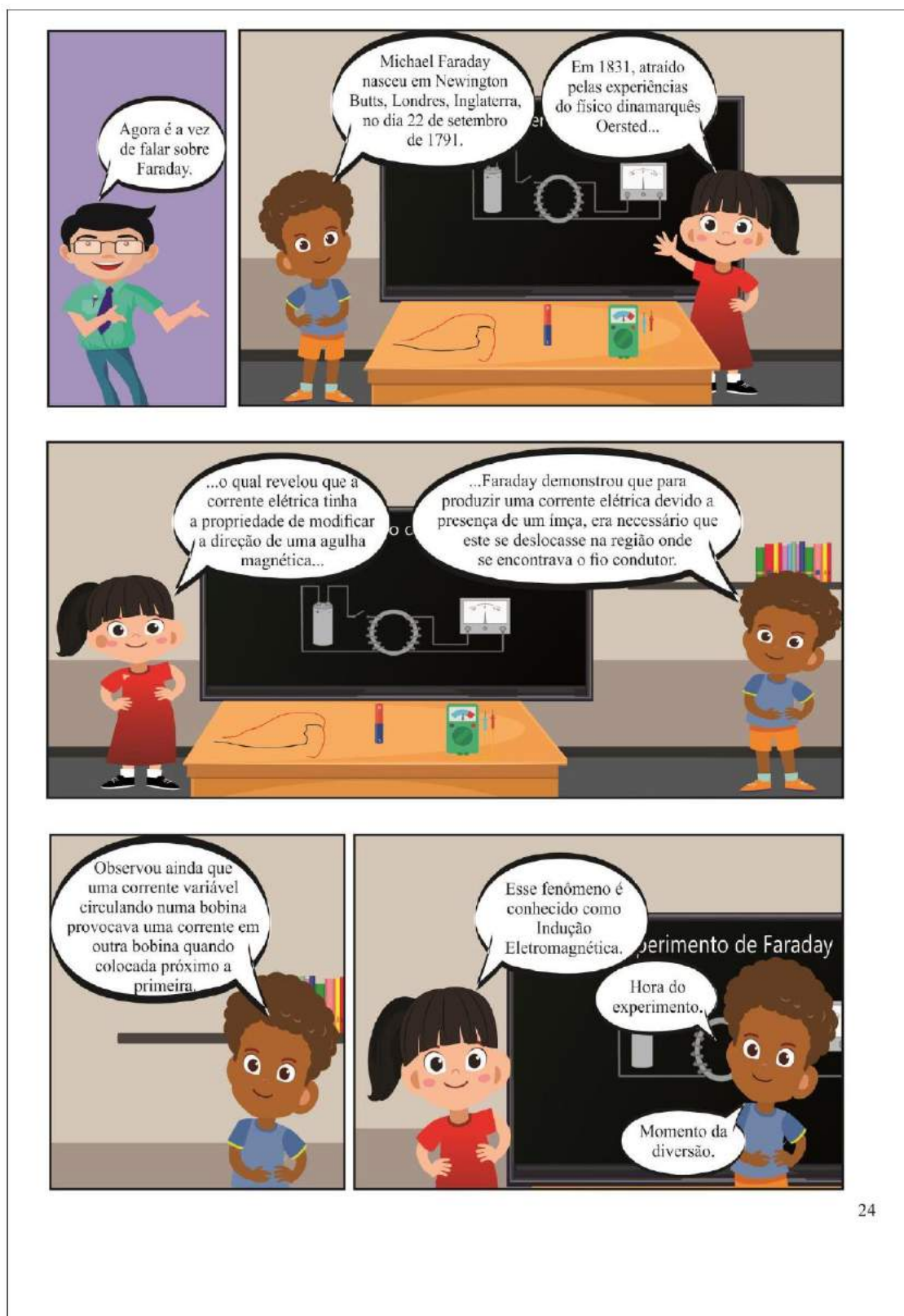
Desta forma, quando o ímã é colocado na frente das treliças, o experimento começa.

Agora que está pronto, vamos à parte prática.

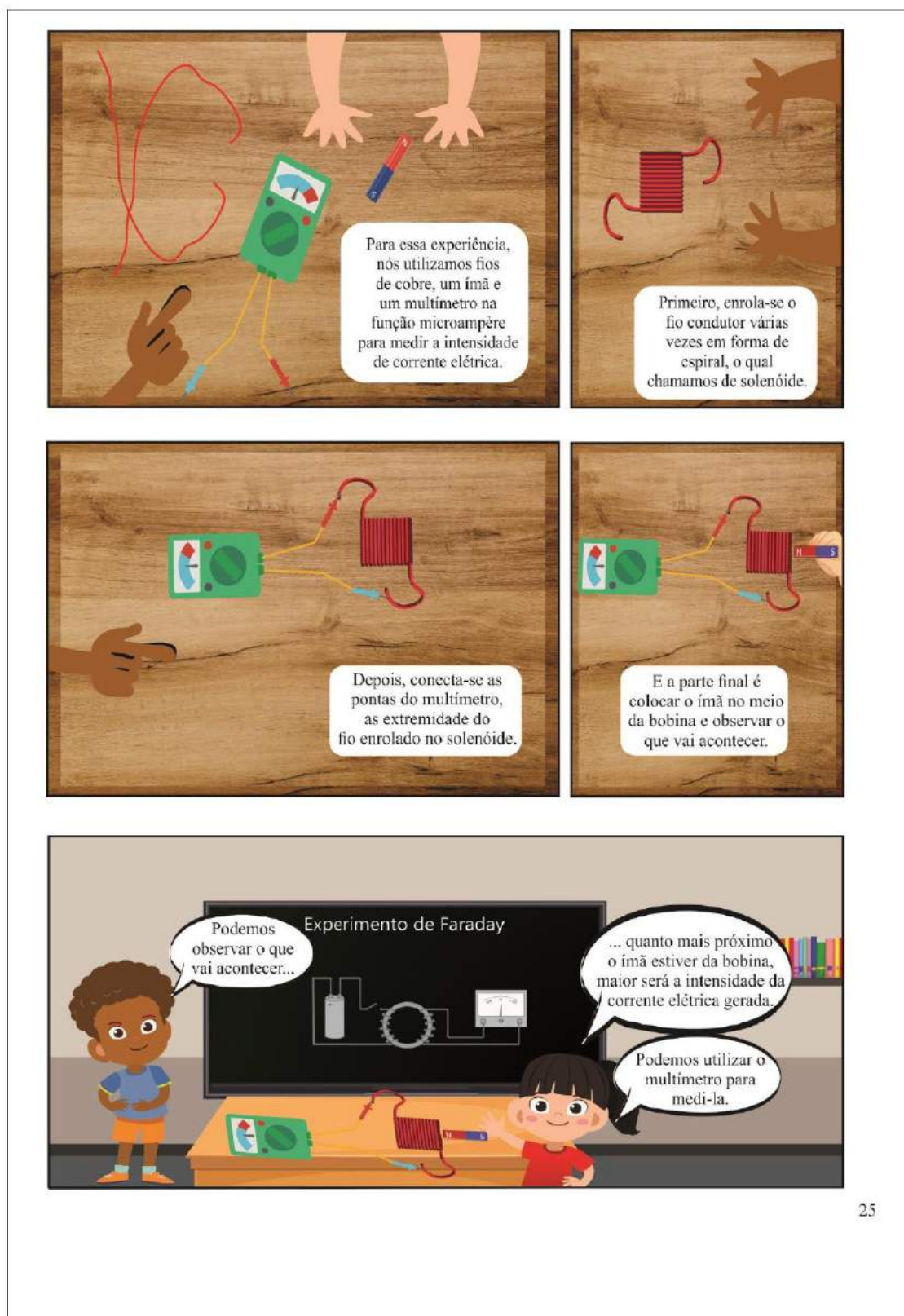
Quando eu aciono o botão... Experimento de Ampère

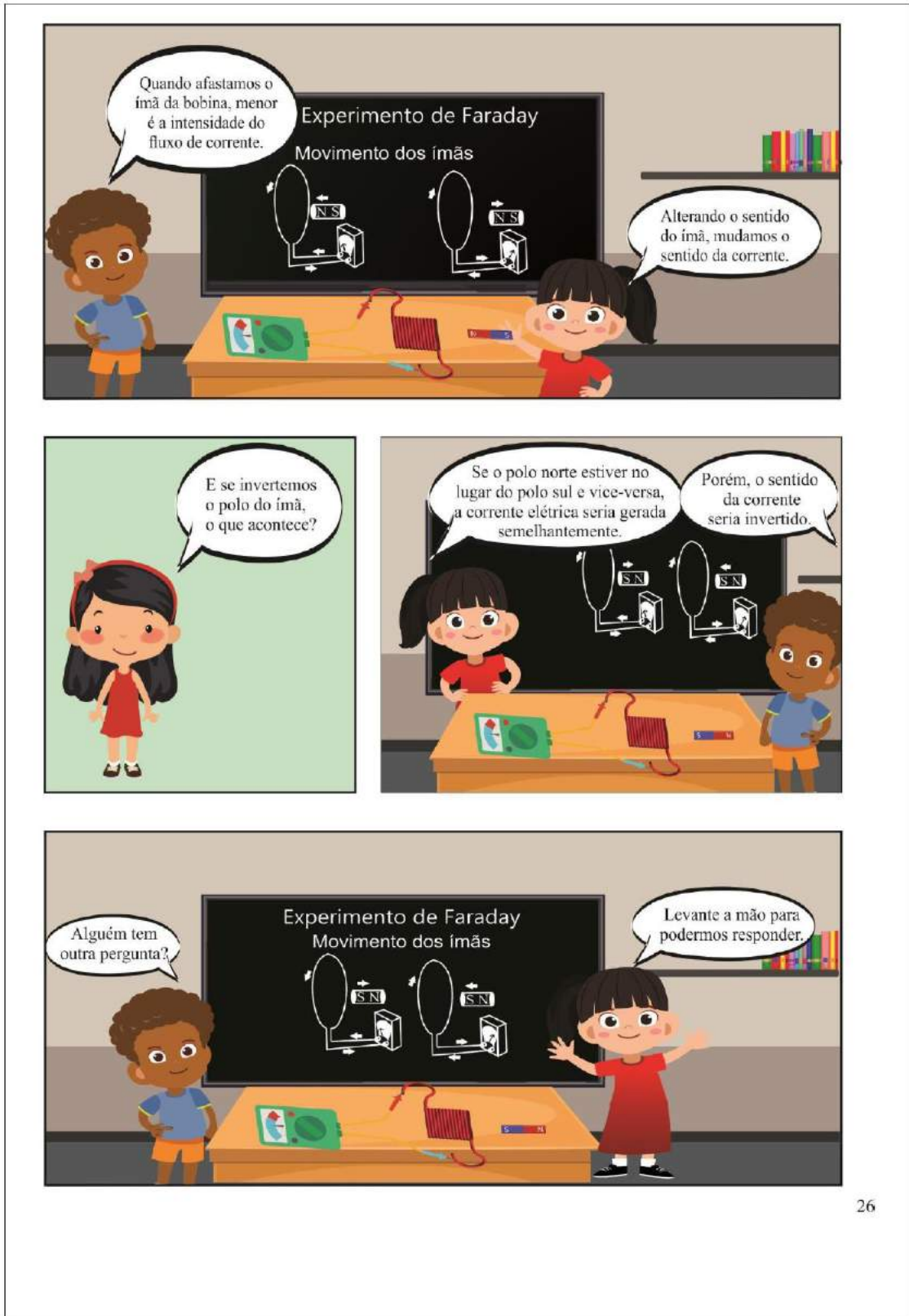


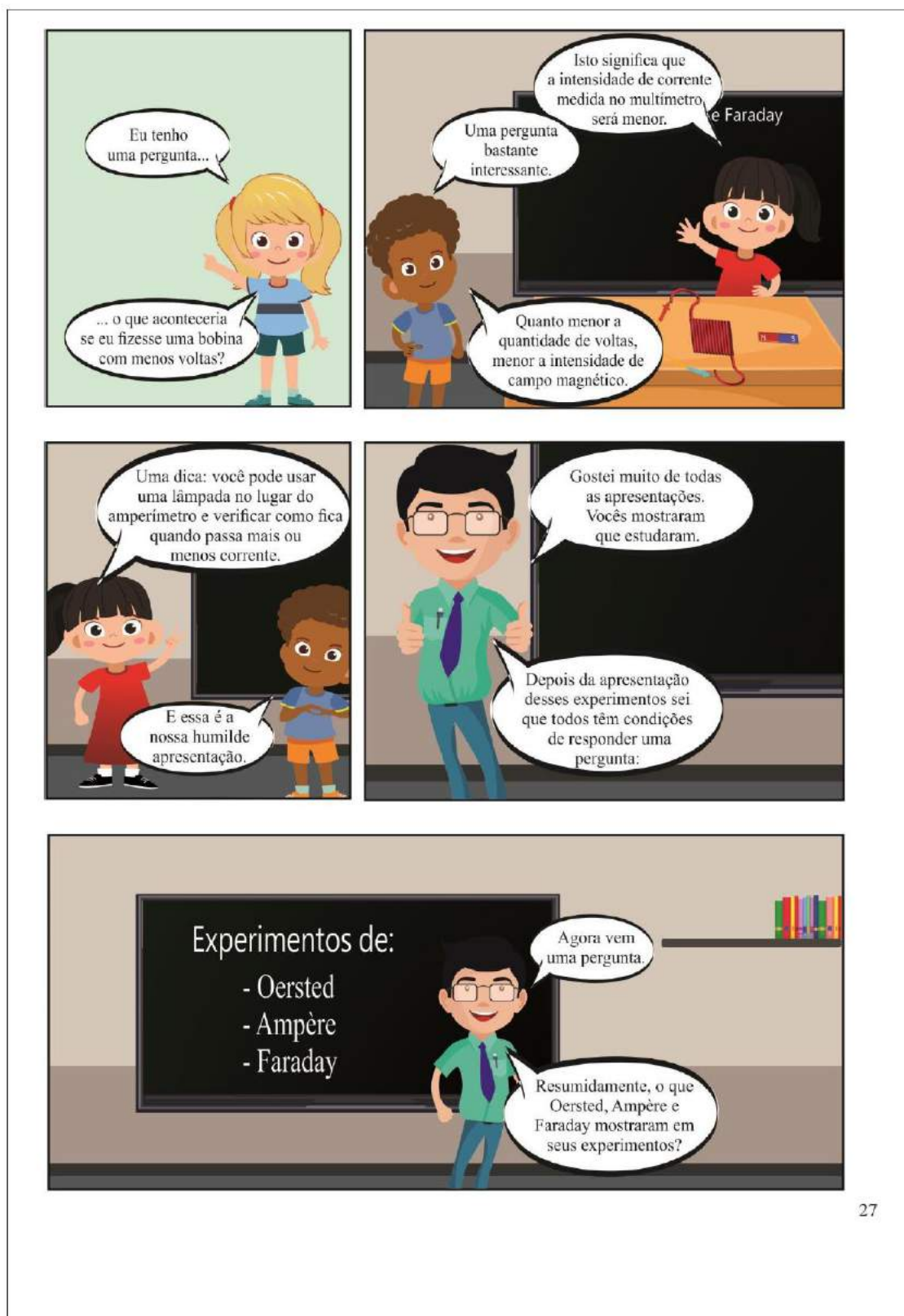


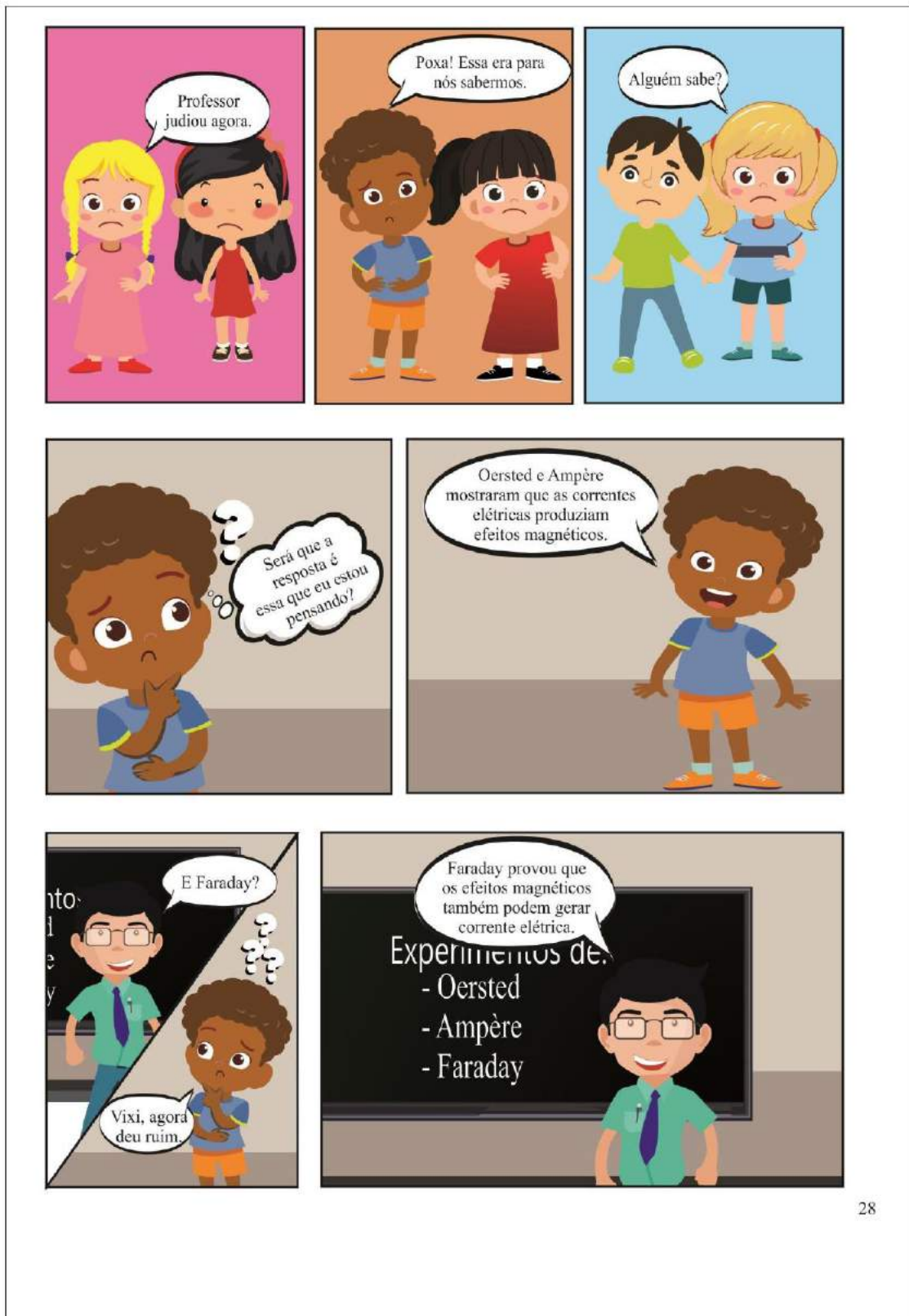


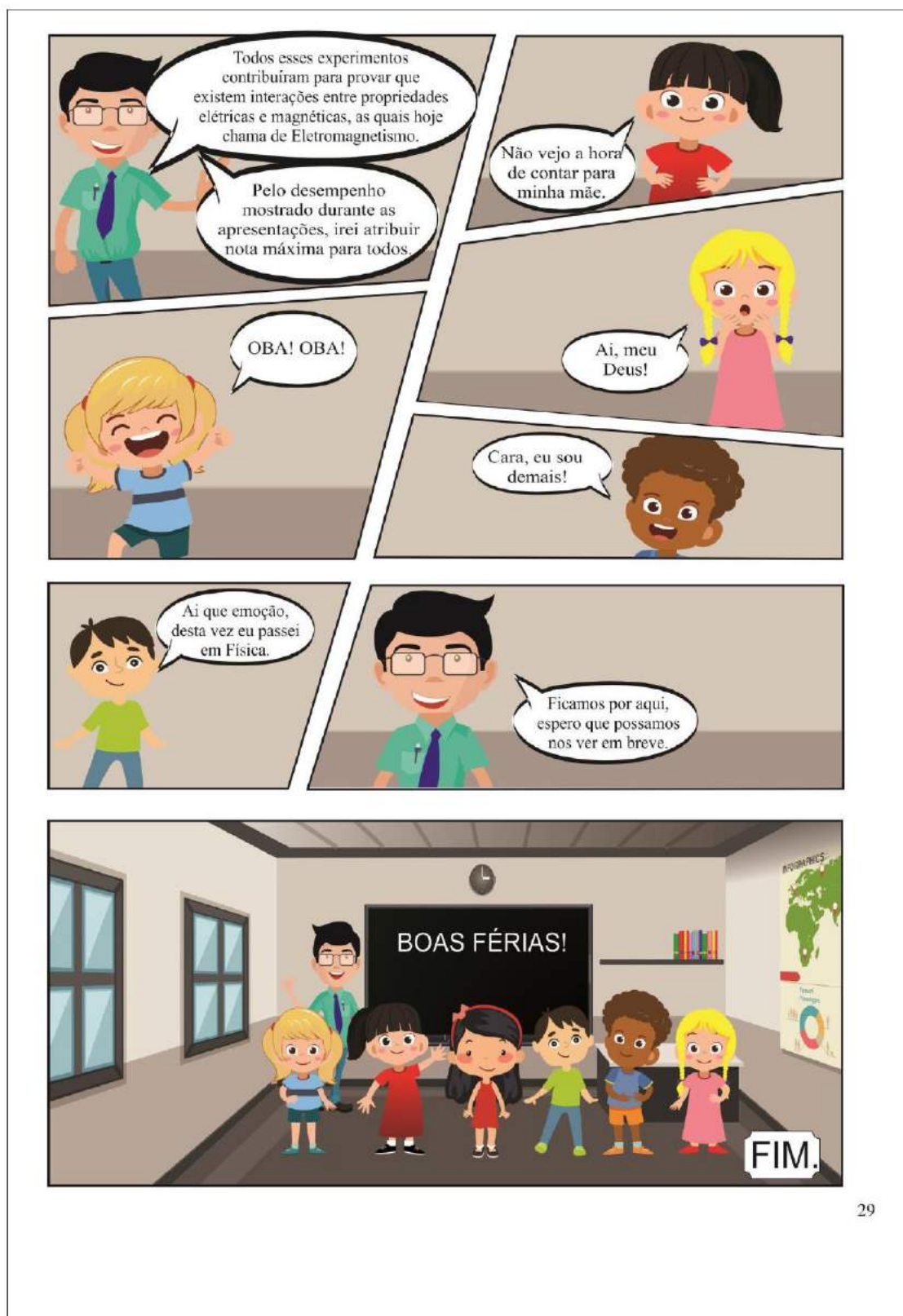












# PALAVRAS-CRUZADAS



The crossword puzzle grid is as follows:

- Vertical word 1: E, L, E, T, R, O, M, A, G, N, E, T, I, S, M, O
- Horizontal word 2: 7 boxes, starting at the 4th letter of the vertical word.
- Horizontal word 3: 3 boxes, starting at the 3rd letter of the vertical word.
- Horizontal word 4: 8 boxes, starting at the 6th letter of the vertical word.
- Horizontal word 5: 8 boxes, starting at the 7th letter of the vertical word.
- Horizontal word 6: 3 boxes, starting at the 8th letter of the vertical word.
- Horizontal word 7: 8 boxes, starting at the 11th letter of the vertical word.

- 1 - Parte da Física que estuda as propriedades elétricas e magnéticas e suas interações.
- 2 - Ciência que estuda a natureza e seus fenômenos.
- 3 - Propriedade física fundamental que determina as interações eletromagnéticas.
- 4 - Campo de força provocado pela ação de cargas elétricas ou por um sistema delas.

- 5 - Fluxo de partículas portadoras de carga, ou seja, cargas em movimento.
- 6 - Polo magnético, onde as linhas de campo, por convenção, saem.
- 7 - Classe de materiais magnéticos como ferro, cobalto e níquel.
- 8 - Polo geográfico correspondente ao polo norte magnético.

## CAÇA-PALAVRAS



Ajude os personagens a encontrar  
as 20 palavras do quadro abaixo.

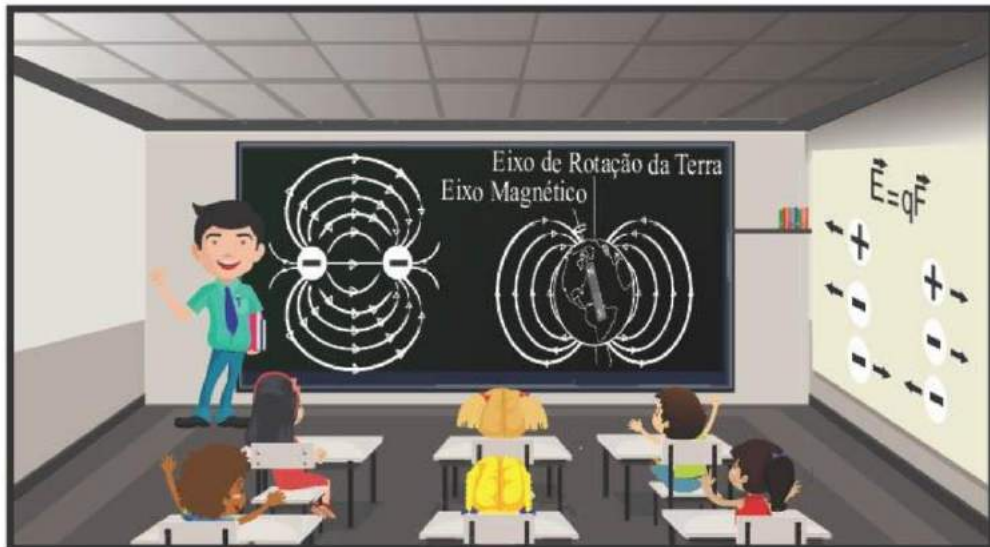
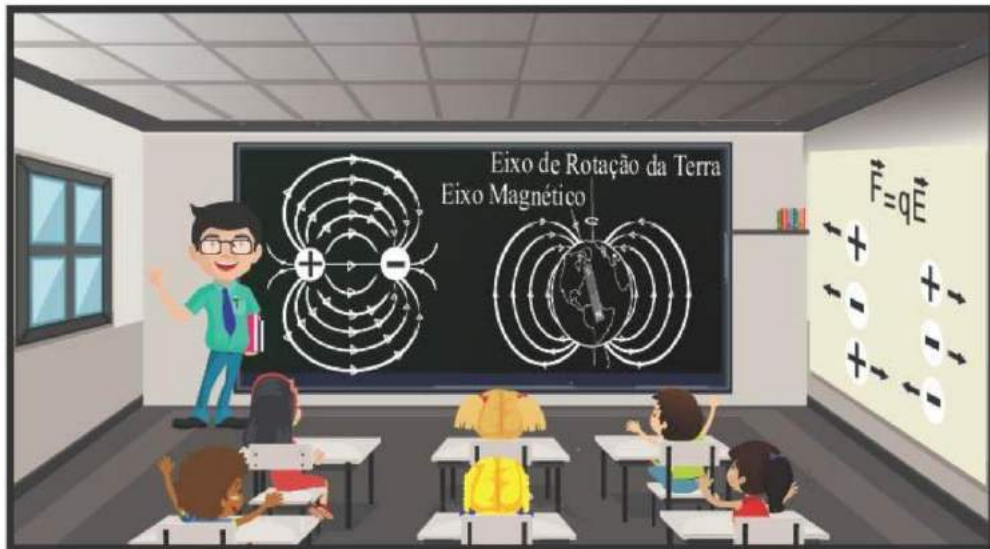


FÍSICA, ELETROMAGNETISMO, CARGA, CORRENTE, FORÇA, ÍMÃ,  
CAMPO ELÉTRICO, CAMPO MAGNÉTICO, EXPERIMENTOS,  
OERSTED, AMPÈRE, FARADAY, POLO MAGNÉTICO,  
POLO GEOGRÁFICO, GRANDEZA FÍSICA, RESSONÂNCIA MAGNÉTICA,  
NORTE, SUL, FERROMAGNETISMO, DESCOBERTA.

J	B	E	N	M	Z	C	P	R	G	M	Q	U	O	Q	L	I	K	G	T
U	Z	W	M	J	R	F	Í	S	I	C	A	S	N	Z	Z	F	B	L	D
L	E	K	B	I	X	X	C	Y	U	K	S	M	A	Z	M	A	T	L	
Y	L	E	O	U	Z	L	X	D	E	L	A	S	A	M	Y	M	P	R	P
K	E	F	A	G	R	A	C	A	U	T	T	F	A	P	M	T	V	T	O
T	T	E	Q	F	O	T	A	A	L	J	R	S	A	È	U	A	N	O	L
Q	R	R	O	D	C	R	M	C	M	J	E	O	E	R	S	T	E	D	O
F	O	R	Ç	A	I	R	P	A	Z	P	B	T	H	E	A	M	C	T	G
L	M	O	M	M	T	Y	O	Z	C	L	O	N	R	B	W	D	Y	Z	E
B	A	M	A	D	É	Ã	M	S	C	E	C	E	C	U	U	R	A	O	O
H	G	A	V	E	N	A	A	A	G	H	S	M	L	V	B	O	U	Y	G
A	N	G	O	T	G	E	G	K	E	G	E	I	M	É	T	O	V	P	R
Z	E	N	B	Y	A	T	N	A	Y	Z	D	R	G	N	T	L	C	V	Á
E	T	E	I	Z	M	N	É	R	V	N	U	E	J	I	C	R	D	W	F
S	I	T	A	J	O	E	T	E	B	Z	N	P	J	J	A	C	I	H	I
F	S	I	A	R	L	R	I	I	L	N	O	X	J	Ç	C	T	I	C	C
A	M	S	Ã	Q	O	R	C	H	C	A	B	E	T	R	O	N	S	A	O
K	O	M	O	Z	P	O	O	H	B	T	X	R	E	P	U	A	S	F	A
J	Í	O	M	U	A	C	I	S	Í	F	A	Z	E	D	N	A	R	G	A
R	E	S	S	O	N	Â	N	C	I	A	M	A	G	N	É	T	I	C	A

# Jogo dos 7 erros

Encontre os sete erros contidos na imagem abaixo.  
Assinale a diferença na segunda imagem.



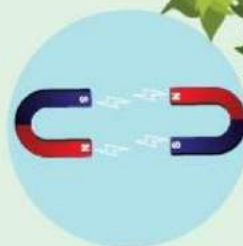


# Jogo de correspondência

Ajude cada grupo a encontrar seus experimentos correspondentes.

The illustration depicts a school environment with a yellow building labeled 'ESCOLA' and a clock tower. The scene includes green trees, a playground slide, and a bright sky with a sun and clouds. Three groups of children are positioned on the grass, each on a distinct colored circle. To the right, three white banners are displayed on a vertical pole, each featuring a different scientific or historical icon: a hand holding a plant, a gear and lightbulb, and a portrait of a man.

# PALAVRAS-CRUZADAS



- 1 - Parte da Física que estuda as propriedades elétricas e magnéticas e suas interações.
- 2 - Ciência que estuda a natureza e seus fenômenos.
- 3 - Propriedade física fundamental que determina as interações eletromagnéticas.
- 4 - Campo de força provocado pela ação de cargas elétricas ou por um sistema delas.

- 5 - Fluxo de partículas portadoras de carga, ou seja, cargas em movimento.
- 6 - Polo magnético, onde as linhas de campo, por convenção, saem.
- 7 - Classe de materiais magnéticos como ferro, cobalto e níquel.
- 8 - Polo geográfico correspondente ao polo norte magnético.

# CAÇA-PALAVRAS



Ajude os personagens a encontrar as 20 palavras do quadro abaixo.

FÍSICA, ELETROMAGNETISMO, CARGA, CORRENTE, FORÇA, IMÃ, CAMPO ELÉTRICO, CAMPO MAGNÉTICO, EXPERIMENTOS, OERSTED, AMPÈRE, FARADAY, POLO MAGNÉTICO, POLO GEOGRÁFICO, GRANDEZA FÍSICA, RESSONÂNCIA MAGNÉTICA, NORTE, SUL, FERROMAGNETISMO, DESCOBERTA

J	B	E	N	M	Z	C	P	R	G	M	Q	U	O	Q	L	I	K	G	T
U	Z	W	M	J	R	F	I	S	I	C	A	S	N	Z	Z	F	B	L	D
L	E	K	B	I	X	X	C	Y	U	U	K	S	M	A	Z	M	A	T	L
Y	L	E	O	U	Z	L	X	D	E	L	A	S	A	M	Y	M	P	R	P
K	E	F	A	G	R	A	C	A	U	T	T	F	A	P	M	T	V	T	O
T	T	E	Q	F	O	T	A	A	L	J	R	S	A	È	U	A	N	O	L
Q	R	R	O	D	C	R	M	C	M	J	E	O	E	R	S	T	E	D	O
F	O	R	Ç	A	I	R	P	A	Z	P	B	T	H	E	A	M	C	T	G
L	M	O	M	M	T	Y	O	Z	C	L	O	N	R	B	W	D	Y	Z	E
B	A	M	A	D	È	À	M	S	C	E	C	E	C	U	U	R	A	O	O
H	G	A	V	E	N	A	A	A	G	H	S	M	L	V	B	O	U	Y	G
A	N	G	O	T	G	E	G	K	E	G	E	I	M	È	T	O	V	P	R
Z	E	N	B	Y	A	T	N	A	Y	Z	D	R	G	N	T	L	C	V	Á
E	T	E	I	Z	M	N	È	R	V	N	U	E	J	I	C	R	D	W	F
S	I	T	A	J	O	E	T	E	B	Z	N	P	J	J	A	C	I	H	I
F	S	I	A	R	L	R	I	I	L	N	O	X	J	Ç	C	T	I	C	C
A	M	S	À	Q	O	R	C	H	C	A	B	E	T	R	O	N	S	A	O
K	O	M	O	Z	P	O	O	H	B	T	X	R	E	P	U	A	S	F	A
J	I	O	M	U	À	C	I	S	Í	F	A	Z	E	D	N	A	R	G	A
R	E	S	S	O	N	Â	N	C	I	A	M	A	G	N	È	T	I	C	A

# Jogo dos 7 erros

Encontre os sete erros contidos na imagem abaixo.  
Assinale a diferença na segunda imagem.

