

Emerson Avelino Medeiros

**FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UM LIVRO COM
EXPERIMENTOS DE FÍSICA COMO SUPORTE DIDÁTICO
PARA PAIS E PROFESSORES DE ALUNOS DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

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

Orientador: Prof. Marcio Rodrigo Loos, PhD.

Co-orientador: Prof. Dr. Esley Scatena Gonçalves.

Blumenau
Março de 2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Medeiros, Emerson Avelino
Física na educação básica : Um livro com
experimentos de Física como suporte didático para
pais e professores de alunos do Ensino Fundamental
/ Emerson Avelino Medeiros ; orientador, Marcio
Rodrigo Loos, coorientador, Esley Scatena
Gonçales, 2018.
157 p.

Dissertação (mestrado profissional) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Blumenau, Programa de Pós-Graduação em Ensino de
Física, Blumenau, 2018.

Inclui referências.

1. Ensino de Física. 2. Ensino de Física. 3.
Produto didático. 4. Eletricidade e Magnetismo. I.
Loos, Marcio Rodrigo. II. Gonçales, Esley Scatena .
III. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física. IV.
Título.

Emerson Avelino Medeiros

**FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UM LIVRO COM
EXPERIMENTOS DE FÍSICA COMO SUPORTE DIDÁTICO
PARA PAIS E PROFESSORES DE ALUNOS DO ENSINO
FUNDAMENTAL**

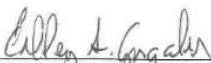
Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de
MESTRE EM ENSINO DE FÍSICA na área de concentração Física na
Educação Básica e aprovada em sua forma final pelo Programa de
Mestrado Profissional em Ensino de Física.

Blumenau, 02 de março de 2018.



Prof. Dr. Daniel Girardi
Coordenador do Programa

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Esley Scatena Gonçalves
(presidente) - UFSC/BNU



Prof. Dr. Rodrigo Turcati
(membro externo) - UFSC/FSC



Prof. Dr. Lucas Natalio Chavero
(membro titular) - UFSC/BNU

Dedico esta dissertação a minha esposa, filhos, pais e sogros que não pouparam esforços para que eu conseguisse fazer o meu melhor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e saúde para a realização desse trabalho e por conservar a vida de meu orientador e amigo Dr. Márcio Rodrigo Loos após o acidente de trânsito.

A todos da minha família, pela compreensão e orações. Em especial a minha esposa Dayane, pela força e o constante incentivo aos meus estudos.

A todos os professores do Mestrado Profissional em Ensino de Física da UFSC de Blumenau, pela parceria, dedicação, paciência na execução dos trabalhos, sabedoria compartilhada e amizade. Em especial ao meu co-orientador Prof. Dr. Esley Scatena Gonçalves que não mediu esforços para ajudar no que foi preciso.

Aos colegas e amigos mestrando, pelo companheirismo, momentos de estudo e de confraternização.

Aos colegas do LabCTI da UFSC, em especial as estudantes Maria Eduarda e Fernanda, pela valiosa contribuição para confeccionarmos o livro.

À equipe da EEB Prof. Giardini Luiz Lenzi, por oportunizar a aplicação do livro na escola.

À CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo apresentar o desenvolvimento e a aplicação do livro concebido como apoio didático para pais e professores de estudantes do Ensino Fundamental. Contendo experimentos de Física na área de Eletricidade e Magnetismo – com materiais de fácil obtenção, com visual infantil e caráter também inclusivo – o livro foi escrito para atrair crianças às áreas científicas, em especial à Física. Trata-se de uma tentativa de diminuir os índices de baixo rendimento em Ciências e com o qual almejamos evitar a rejeição à Física que se verifica atualmente, por parte da maioria dos alunos, ao chegar ao Ensino Médio. O livro foi aplicado no formato de minicurso para estudantes de 10 a 11 anos de idade e seus pais e professor na Escola de Educação Básica Prof. Giardini Luiz Lenzi em Jaraguá do Sul-SC, durante o ano de 2017. Os experimentos foram muito bem recebidos pelos alunos e o livro muito elogiado por seus pais. Espera-se que as atividades experimentais desenvolvidas nesses encontros fiquem na memória delas e, de maneira natural, as instiguem a querer aprender mais, evidenciando dessa forma o resultado positivo do produto didático.

Palavras-chave: Ensino de Física. Ensino Fundamental. Recurso Educacional.

ABSTRACT

This work aims to present the development and application of the book designed as educational resource for parents and teachers of middle school students. Containing experiments in Physics in the area of Electricity and Magnetism – with easily obtained materials, with a childlike design and an inclusive character – the book was written to attract children to scientific areas, especially Physics. This is an attempt to reduce the indices of low performance in Science and with which we aim to avoid the rejection of Physics that is currently occurring, by the majority of students, upon reaching high school. The book was applied in mini course format for students from ages 10 to 11 years and their parents and teacher at the Prof. Giardini Luiz Lenzi Basic School in Jaraguá do Sul, SC, during the year 2017. The experiments were very well received by the students and the book much praised by their parents. It is expected that the experimental activities developed in these meetings be in their memory and, naturally instig them to want to learn more, thus evidencing the positive result of the didactic product.

Keywords: Physics education. Middle School. Educational Resource.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Capas de alguns dos livros utilizados como referência.....	30
Figura 3.2 – Roteiro antes e depois de ilustrado.....	33
Figura 4.1 – Fachada da Escola EEB Prof. Giardini Luiz Lenzi.....	35
Figura 4.2 – Primeira página do experimento, chamado Canguru Pula-pula.....	37
Figura 4.3 – Alunos e o professor que participaram do minicurso.....	38
Figura 4.4 – Alunos e o professor que conduziu o minicurso	39
Figura 4.5 – Uma das páginas do experimento, chamado Porquinha Magnética.....	41
Figura 4.6 – Alunos participantes com o produto final.....	42
Figura 4.7 – Uma página da atividade “A Borboleta e a Pipa que voam sem parar”.....	44
Figura 4.8 – Alunos com o terceiro experimento pronto.....	45
Figura 4.9 – Uma página do experimento chamado Batata-Pilha.....	46
Figura 4.10 – Alunos com seus pais.....	47
Figura 5.1 – Mapa conceitual da Teoria da Aprendizagem Significativa.....	52
Figura 6.1 – Quadro geral do produto didático.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Análise comparativa entre PCN e PNLD 2016 – 1º Ciclo.....	26
Tabela 2.2 – Análise comparativa entre PCN e PNLD 2016 – 2º Ciclo.....	27
Tabela 2.3 – Análise comparativa entre PCN e PNLD 2017 – 3º Ciclo.....	27
Tabela 2.4 – Análise comparativa entre PCN e PNLD 2017 – 4º Ciclo.....	28
Tabela 3.1 – Cronograma de ações.....	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	19
2	OS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS E A FÍSICA	25
3	METODOLOGIA DA PROPOSTA E ELABORAÇÃO DO LIVRO	29
3.1.	O BESOURO ELÉTRICO – EXPERIMENTO PROTÓTIPO	33
4	APLICAÇÃO DO PRODUTO DIDÁTICO E RESULTADOS	35
5	REFERENCIAL TEÓRICO	49
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
	REFERÊNCIAS	57
	APÊNDICE A – Produto Didático	61
	APÊNDICE C – Convite para os alunos	113
	APÊNDICE D – Convite para os pais	115
	APÊNDICE E – Modelo para emissão do certificado	117
	ANEXO A – Texto de apoio sobre Eletricidade e Magnetismo	119

1 INTRODUÇÃO

Começa-se esse trabalho com um questionamento: qual o sentimento dos alunos que chegam ao Ensino Médio a respeito da Física? Atualmente a resposta a essa pergunta tem se mostrado a mesma para os professores que compartilham suas experiências em sala de aula. Os alunos chegam com aversão à Física, acham a disciplina muito complicada, sem aplicação real além dos muros que separam a escola do restante do mundo. Trata-se de uma disciplina em que se ensinam difíceis equações que serão decoradas para conseguir aprovação em uma prova futura.

Muitos motivos levam a esse estágio de descontentamento com a disciplina. A OECD¹ (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico) cita, entre outras razões, o despreparo dos professores, as condições da sala de aula, o material didático, a situação socioeconômica em que a comunidade escolar se encontra, deficiências em disciplinas de base, falta de incentivo dos pais, etc.

Desde o ano 2000, o PISA² (Programa Internacional de Avaliação de Alunos) realiza um estudo internacional trienal que tem como objetivo avaliar os sistemas de ensino em todo mundo, testando habilidades e conhecimentos dos alunos de 15 anos, idade escolar de início do Ensino Médio, sobre leitura, matemática e ciência. O último relatório divulgado do programa [1], com dados de 2015 revela índices preocupantes sobre o desempenho em Ciências:

No Brasil, menos de 1% dos jovens do sexo masculino estão entre os alunos com rendimento mais elevado no PISA em ciências (aqueles com pontuação no nível de proficiência 5 ou superior).

¹ Em Inglês, *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) é uma organização internacional que procura fornecer uma plataforma para comparar políticas econômicas, solucionar problemas comuns e coordenar políticas domésticas e internacionais.

² PISA – Sigla em inglês que significa Programme for International Student Assessment.

Entre os países da OCDE, esta proporção corresponde a 8.9% dos jovens do sexo masculino. Apenas 0.5% do grupo feminino no Brasil alcançou este mesmo nível de desempenho. Entre os países da OCDE, 6.5% das meninas se destacaram neste nível elevado de proficiência.

No ranking mundial de educação em Ciências de 2015, o Brasil ficou na 63ª posição entre 70 países que participaram da avaliação. O relatório anterior do programa [2], com dados de 2012 já trazia dados muito preocupantes em Ciências, quando o Brasil ocupava a 59ª posição entre 65 países:

- 61% dos alunos no Brasil têm fraco aproveitamento em Ciências, o que significa que, na melhor das hipóteses, eles podem apresentar explicações científicas que são óbvias e seguem explicitamente evidências fornecidas.
- Pouquíssimos alunos (0,3%) no Brasil têm alto desempenho em Ciências, ou seja, que podem identificar, explicitar e aplicar o conhecimento científico e o conhecimento sobre ciência em uma variedade de situações complexas da vida.

O conteúdo de avaliação do PISA não foi expressamente concebido para avaliar o que os alunos aprenderam no ano anterior, mas de forma mais ampla para avaliar o resultado cumulativo de aprendizagem na escola até os 16 anos. Em outras palavras, os resultados do PISA refletem o nível de conhecimento dos alunos adquirido em todo o Ensino Fundamental.

Face ao resultado do PISA de 2015 surge o seguinte questionamento: *Há um déficit de temas que abordam a Física já nos primeiros anos do Ensino Fundamental que possa ser uma potencial contribuição para o baixo índice de alto desempenho na área científica ao chegar no Ensino Médio?* HARLEN [3] fala sobre essa consequência do estudo tardio.

As crianças constroem ideias sobre o mundo que as rodeia, independentemente de estarem estudando ou não ciências na escola. As ideias por elas desenvolvidas não apresentam um enfoque científico de exploração do mundo e, podem, inclusive, obstaculizar a aprendizagem em ciências nos graus subsequentes de sua escolarização. Assim, se os assuntos de ciência não forem ensinados às crianças, a escola estará contribuindo para que elas fiquem apenas com seus próprios pensamentos sobre o mesmo, dificultando a troca de pontos de vista com outras pessoas.

Desde os primeiros dias na escola as crianças fazem muitas atividades educacionais apropriadas para a idade. Ensina-se a ler, escrever, contar, desenhar e pintar, correr e saltar, declamar. O que se percebe é muito pouco ou nada de experimentos científicos, ao menos em escolas públicas. Essa falta de estímulo às áreas científicas desde pequeno causa um desinteresse futuro e um susto quando se torna obrigatório estudar de uma só vez o que deveria ser cultivado aos poucos durante anos.

No entanto, MEDEIROS E LOOS [4] mostram, em pesquisa publicada, que não faltam orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) sobre conceitos de Física na área de Ciências Naturais para o Ensino Fundamental, mas há uma distância grande entre as sugestões e o que se encontra nos livros didáticos. Além disso, é proporcionada uma formação insuficiente de Física aos professores de Pedagogia e Ciências Biológicas durante a vida acadêmica, o que limita ainda mais a prática de experimentos dessa natureza.

Esse é um resultado preocupante pois as análises dos resultados obtidos pelos países que participaram do teste PISA feitas pela OECD apontam como possíveis causas para baixos índices de alto desempenho e altos índices de baixo desempenho, dentre outras, a falta de recursos educacionais escolares de alta qualidade. E no conceito de recurso educacional, encontram-se tanto os livros didáticos como os próprios docentes. OECD (2016, p.160, tradução nossa)[5], deixa claro isso

quando diz que “Professores são o recurso mais valioso disponível nas escolas, e alunos com baixo desempenho precisam de professores qualificados para ajuda-los a melhorar”.

Nesse ponto, podemos elencar as seguintes realidades:

- Professores de Ensino Fundamental com pouca formação em Física na ementa acadêmica;
- PCNs indicam o ensino de assuntos de Física, mas muitos livros didáticos do Ensino Fundamental não alcançam o mínimo;
- Pouco incentivo às áreas científicas dado às crianças no Ensino Fundamental;
- Resultados preocupantes em avaliações do PISA a respeito do conhecimento dos alunos brasileiros em Ciências;
- Estudantes desinteressados em aprender Física ao chegarem ao Ensino Médio.

Enfim, verifica-se a necessidade de se elaborar um material didático-científico que auxilie os professores do Ensino Fundamental a ensinar Física dentro da área de Ciências e que contemple as indicações do PCN, uma vez que há uma forte indicação de assuntos de Física nos Parâmetros, uma dissonância com os livros didáticos atuais e uma fraca abordagem desses assuntos na graduação de professores responsáveis por ensinar Ciências no Ensino Fundamental.

Segundo o documento preparado pela Fundação Santilana [6], o programa PISA em Ciências avalia o desempenho em três competências requeridas no letramento científico: 1 – Explicar fenômenos cientificamente; 2 – Avaliar e planejar investigações científicas; 3 – Interpretar dados e evidências cientificamente. Para apresentarem essas competências três tipos de conhecimento científico são necessários para os estudantes: O conhecimento de conteúdo com base nos principais campos da Física, Química, Biologia, ciências da Terra e do espaço; conhecimento procedimental de métodos e práticas utilizadas para gerar explicações sobre o mundo material; e conhecimento epistemológico que define as características para o processo de construção do conhecimento científico (hipóteses, teoria, fato e observação).

A elaboração de um livro infantil com experimentos irá possibilitar, sem sombra de dúvidas, a abordagem dessas três

competências em cada experimento realizado por uma criança. Pois além de trabalhar fenômenos naturais e tecnológicos, irá propor formas de abordar questões cientificamente e de tirar conclusões científicas apropriadas. Além disso, os conteúdos serão apresentados para as crianças de forma atrativa e cativante, de modo que a curiosidade e interesse sejam despertados. Desta forma, é possível proporcionar a aproximação dos saberes acadêmicos e escolares aos interesses dos alunos de modo a motivá-los a desenvolver e expressar competências.

A proposta deste trabalho visa justamente atender à essa necessidade, ao elaborar um livro com experimentos didáticos que contemplem áreas da Física indicadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais. Com roteiros e explicações acessíveis de conceitos, espera-se que o livro seja de grande utilidade, podendo ser empregado como apoio didático por professores de alunos desde o Ensino Fundamental e também por pais dos estudantes, característica importante esta, uma vez que segundo OECD 2016 [5] o envolvimento dos pais é fator predominante nos resultados dos alunos na escola.

O objetivo geral deste projeto é contribuir para a popularização e difusão da ciência além de aumentar o interesse pela Física e, conseqüentemente, alargar o percentual de estudantes com alto rendimento em áreas científicas. Além disso, pretende-se proporcionar às crianças a oportunidade de entender que ciência também é cultura. É possível aprender muito através de atividades lúdicas e divertidas.

No capítulo 2 são apresentadas as motivações para a escolha do tema, Eletricidade e Magnetismo, para o livro. No capítulo 3 é apresentada a metodologia da proposta e os detalhes da elaboração do livro. A aplicação do livro é descrita no capítulo 4. O capítulo 5 traz a revisão teórica e o capítulo 6 as considerações finais.

2 OS LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS E A FÍSICA

Apesar de os temas de Física fazerem parte do currículo de ensino, muitos professores da rede estadual e municipal de ensino tiveram muito pouco ou nenhum contato com a Física, uma vez que são pedagogos ou biólogos em sua maioria, e isto dificulta o ensino aos estudantes. Diante dessa realidade, o primeiro apoio aos docentes deveria ser o livro didático utilizado. No entanto, é grande a disparidade do que se espera com relação a assuntos de Física dentro da área de Ciências no Ensino Fundamental e o que se encontra.

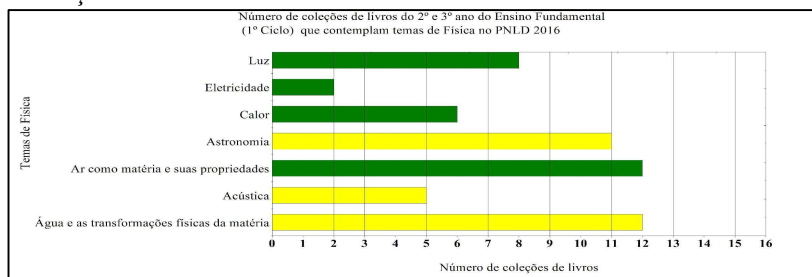
O PNLD (Programa Nacional do Livro Didático) é um programa nacional que orienta o professor através de avaliações de livros e da divulgação de um guia que é o resultado dessas análises. Este, preparado por especialistas de várias universidades, disponibiliza descrições detalhadas das obras, conteúdos abordados e orientações pedagógicas. O PNLD 2016 – Ciências – Anos iniciais[7] avaliou vinte e nove coleções de livros, sendo 16 coleções voltadas para o 2º e 3º anos e 13 para o 4º e 5º ano. O PNLD 2017 – Ciências – Anos finais[8] avaliou treze coleções de livros voltadas para o 6º, 7º, 8º e 9º ano. Através da descrição detalhada das obras contida no guia, foi possível verificar com que frequência temas relacionados à Física aparecem nesses livros e comparar com o que sugerem os PCNs.

As Tabelas 2.1 e 2.2 apresentam os temas de Física encontrados nas coleções do 2º e 3º, e 4º e 5º ano do Ensino Fundamental, ou seja, do primeiro e segundo ciclo e as suas frequências no PNLD 2016. Em verde estão representados os temas que foram encontrados nos livros e que são também sugeridos no PCN nos respectivos ciclos e, em amarelo, estão os demais temas de Física que aparecem nas coleções de livros do PNLD 2016.

A Tabela 2.3 apresenta os temas de Física encontrados nas coleções do 6º ano do Ensino Fundamental, ou seja, do terceiro ciclo, e a frequência no PNLD 2017. Em verde estão representados os temas que são sugeridos no PCN no respectivo ciclo, e em amarelo, estão os demais temas de Física encontrados nas coleções de livros analisados no PNLD 2017. O 3º ciclo é composto pelo 6º e 7º ano do Ensino

Fundamental, no entanto, os dados abaixo só apresentam os números referentes ao 6º ano porque nenhuma coleção entre as 13 analisadas no PNLD 2017 apresentou assuntos relacionados à disciplina de Física no livro do 7º ano.

Tabela 2.1: Análise comparativa entre PCN e PNLD 2016 – 1º Ciclo. Em verde, os temas sugeridos no PCN e encontrados nos livros e em amarelo os temas de Física presentes nos livros mas que não havia indicação no PCN.



A Tabela 2.4 apresenta os temas de Física encontrados nas coleções do 9º ano do Ensino Fundamental, ou seja, do quarto ciclo, e a frequência no PNLD 2017. Em verde estão representados os temas que são sugeridos no PCN no respectivo ciclo e em amarelo são demais temas de Física das coleções de livros. O 4º ciclo é composto pelo 8º e 9º ano do Ensino Fundamental, no entanto, os dados abaixo só apresentam os números referentes ao 9º ano porque somente uma coleção entre as 13 analisadas no PNLD 2017 apresentou temas relacionados à disciplina de Física, que nesse caso foram som, temperatura e luz, no livro do 8º ano.

A análise dos PNLD mostra que há, em geral, uma priorização de conteúdos de Biologia e Saúde, com menor ênfase em tópicos de Física. Além disso, alguns tópicos como eletromagnetismo e acústica, são apenas uma introdução aos conceitos. Os resultados obtidos evidenciam a dissonância entre os PCN e os livros didáticos e revelam a necessidade de uma atitude nesse sentido.

Tabela 2.2: Análise comparativa entre PCN e PNLD 2016 – 2º Ciclo. Em verde, os temas sugeridos no PCN e encontrados nos livros e em amarelo os temas de Física presentes nos livros mas que não havia indicação no PCN.

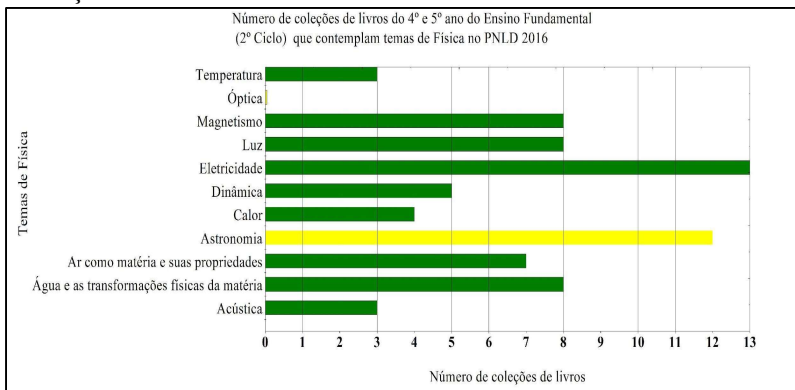
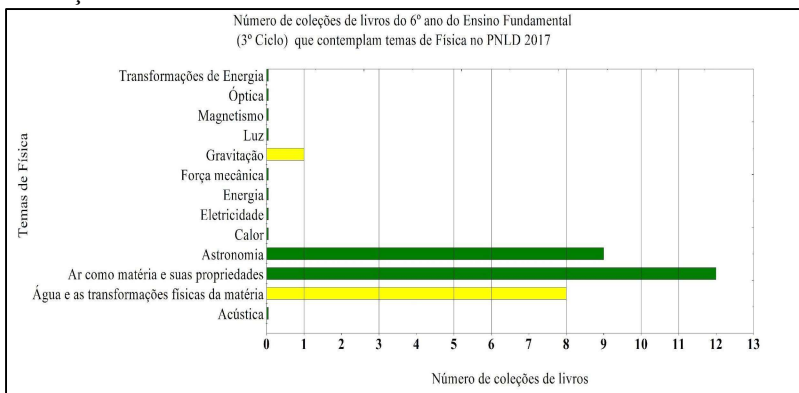
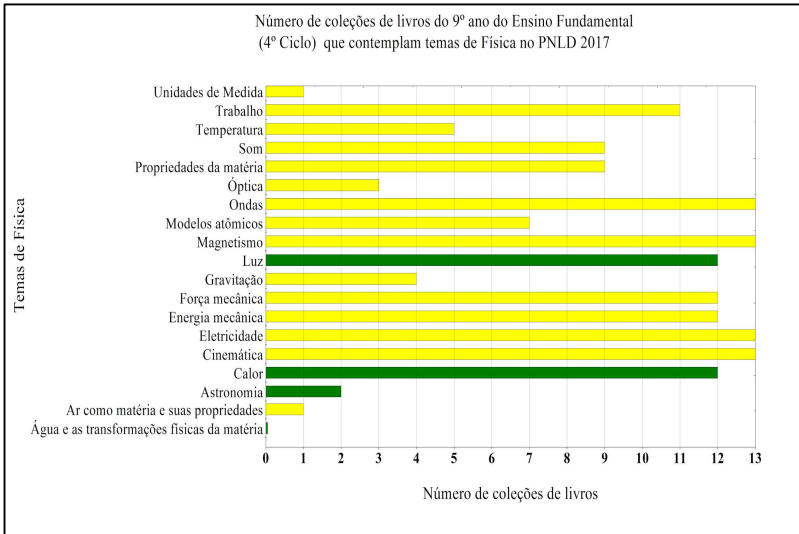


Tabela 2.3: Análise comparativa entre PCN e PNLD 2017 – 3º Ciclo (6º ano). Em verde, os temas sugeridos no PCN e encontrados nos livros e em amarelo os temas de Física presentes nos livros mas que não havia indicação no PCN.



As ações tomadas neste projeto estão em consonância com esta necessidade. Proporcionar a várias crianças a oportunidade de transformar a ciência em cultura através da utilização do livro de experimentos, seja em casa, com seus pais, ou na escola, com seus professores.

Tabela 2.4: Análise comparativa entre PCN e PNLD 2017 – 4º Ciclo (9º ano). Em verde, os temas sugeridos no PCN e encontrados nos livros e em amarelo os temas de Física presentes nos livros mas que não havia indicação no PCN.



A pretensão é escrever uma coleção com vários temas: Luz, Mecânica, Astronomia, Calor, Água e Acústica. Contudo, como primeiro volume, trabalharemos os temas Eletricidade e Magnetismo. A escolha desses temas deve-se à carência e a falta de profundidade com que eles aparecem nos livros didáticos pesquisados, e também por se tratar de temas, na opinião dos autores, mais atrativos e que despertarão mais curiosidades nas crianças.

3 METODOLOGIA DA PROPOSTA E ELABORAÇÃO DO LIVRO

Conforme descrito nos capítulos 1 e 2, há uma urgente necessidade de aprimorar a ementa escolar que é colocada em prática na formação escolar de crianças, desde os primeiros anos de vida escolar. Há um déficit de atenção dada à área científica, que gera baixo rendimento em Ciências e pouco interesse em aprender Física ao chegar no Ensino Médio.

O livro infantil com experimentos de Física foi especialmente concebido no sentido de tentar reverter esse quadro, ao atuar como suporte didático para pais e professores de alunos do Ensino Fundamental.

Para a construção do livro foi realizado um planejamento com um cronograma de ações (Tabela 3.1) contendo metas e prazos que, uma vez estabelecidas, esboçaram as etapas a serem trilhadas e que deram condições de se aprofundar em cada uma delas e alcançar os objetivos.

A primeira etapa foi o levantamento bibliográfico de literaturas existentes, principalmente de países como Alemanha e EUA onde a prática de atividades experimentais para crianças é muito comum há décadas. A Figura 3.1 apresenta capas de alguns dos livros³ que foram fonte de pesquisa.

Alguns experimentos desses livros foram considerados potenciais para este trabalho. No entanto, foram atualizados para utilização de materiais que possam ser encontrados em casa ou com baixo custo no comércio. Substituíram-se alguns itens por outros atuais e melhorados, por exemplo, foram trocadas minilâmpadas comuns por LED's. Os roteiros foram totalmente reescritos de acordo com uma abordagem potencialmente significativa e lúdica, como será descrito mais adiante.

³ *The How and Why wonder book of Electricity* [9], *365 Einfache Experimente für Kinder* [10], *The Science Book of Jets and Rockets* [11], *Mr Wizard's Supermarket Science* [12], *100 spannende Experimente für Kinder* [13] e *Das große Buch der experimente* [14].

Figura 3.1 – Capas de alguns dos livros utilizados como referência.

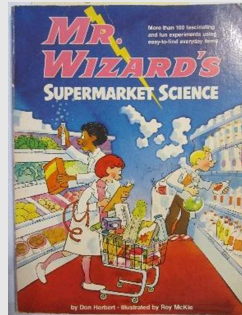
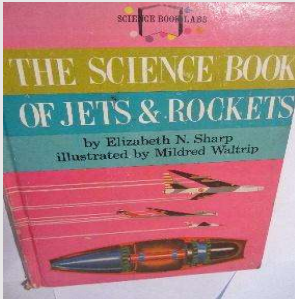
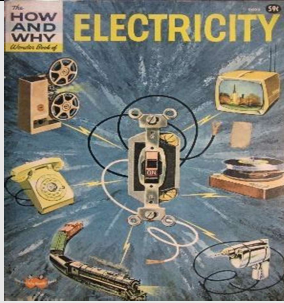


Tabela 3.1 – Cronograma de ações.

TAREFAS	PRAZOS																					
	2016							2017														
	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez			
Levantamento de literatura já existente	■	■																				
Dividir a coleção contemplando as diversas áreas da Física		■																				
Selecionar uma área para o 1º volume		■																				
Pesquisar atividades experimentais para o 1º volume			■	■	■	■	■															
Selecionar atividades relevantes para o livro							■	■														
Reproduzir as atividades selecionadas									■	■	■	■	■	■								
Preparar roteiros										■	■	■	■	■								
Formatar a 1ª versão do livro										■	■	■	■	■								
Obter um profissional para ilustração do livro							■															
Preparar versão ilustrada do livro															■	■						

Com base nos resultados do levantamento bibliográfico separamos os experimentos entre os temas eletricidade, magnetismo, luz, água, ar, calor, astronomia, mecânica e som. Em seguida, selecionamos as atividades experimentais relevantes para o primeiro livro (eletricidade e magnetismo), bem como os materiais necessários.

Ao todo, foram separados 15 experimentos, sendo 10 sobre eletricidade e 5 de magnetismo. Os experimentos foram testados e dentre eles foram excluídos aqueles que não funcionaram adequadamente ou que apresentavam um grau de complexidade alto para crianças. Restaram, então, 2 sobre magnetismo e 7 sobre eletricidade. Em seguida, de cada um desses temas, elaboramos mais 3 experimentos novos, totalizando 15 atividades. Cada uma delas, depois de preparada, foi testada por três pessoas diferentes que relataram as dificuldades e deram sugestões de melhorias.

Para minimizar dúvidas com relação ao procedimento de cada atividade experimental, todos os experimentos foram individualmente filmados, e os links dos vídeos disponibilizados no website <http://www.labcti.ufsc.br/pequeno-cientista-eletricidade-e-magnetismo>. Eles podem também ser acessados através do *QR Code* (Código de Resposta Rápida) que cada atividade possui na sua primeira página. Desta forma, se ainda houver dificuldade de compreensão em relação ao roteiro do experimento, utilizando um *smartphone* ou computador, poder-se-á ter acesso ao vídeo e evitar equívocos. Além disso, disponibilizamos o Texto de Apoio com a revisão teórica (ANEXO A) propiciando aos pais e professores um aprofundamento nos assuntos de eletricidade e magnetismo presentes no livro. O Texto de Apoio foi baseado no livro Física Conceitual de HEWITT[15].

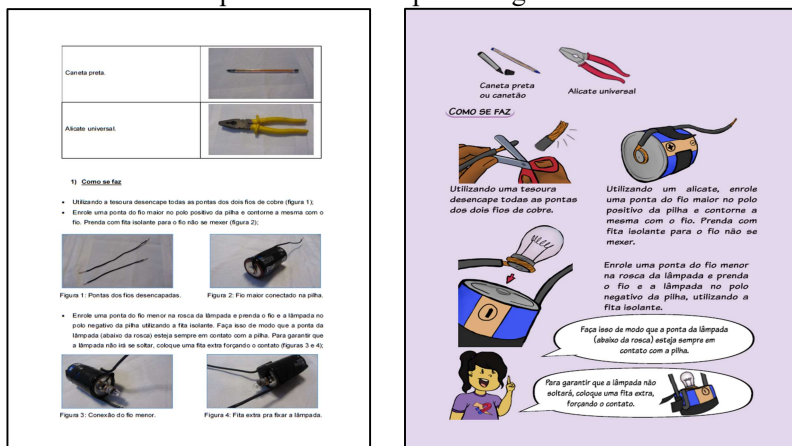
Para ter um caráter infantil sentimos a necessidade de ilustrar o livro com figuras e personagens que chamassem a atenção das crianças, por isso, uma das nossas etapas foi selecionar um profissional para que isso fosse feito. Foram solicitados muitos orçamentos e testes. Pelo ótimo trabalho e pelo acordo orçamentário, fechamos um pacote de ilustrações com a designer que já trabalhava em um outro projeto do LabCTI da UFSC e que passou então a trabalhar conosco na produção do primeiro volume.

3.1. O BESOURO ELÉTRICO – EXPERIMENTO PROTÓTIPO

O primeiro experimento reproduzido e que transformou-se em um protótipo para os demais, foi o Besouro Elétrico. Trata-se de um experimento que pretende explicar o que são materiais condutores e isolantes de corrente elétrica e permite que diferentes objetos possam ser assim classificados, ao tentar fechar um circuito elétrico simples contendo uma pilha e uma pequena lâmpada.

Elaboramos o primeiro roteiro seguindo um modelo habitual utilizado para aplicar em aulas experimentais de Física no Ensino Médio. Este continha uma lista de materiais necessários, o procedimento, a análise física, possíveis erros, e ao final questões para serem respondidas de acordo com o assunto abordado. Ele foi construído com fotos da própria execução e enviado para a designer formatar a versão ilustrada, que serviria como ponto de partida para chegar a uma versão adequada. A Figura 3.2 apresenta um comparativo de uma das páginas do experimento antes e depois da ilustração.

Figura 3.2 – À esquerda está a primeira versão do roteiro sem ilustração e à direita a versão após o tratamento pela designer.



Com a versão ilustrada em mãos, pudemos fazer uma avaliação crítica do resultado. Alteramos a cor da página, fizemos correções ortográficas e gramaticais, estabelecemos o título, os personagens fixos e seus uniformes, definimos um mascote para o livro, alteramos a fonte das letras para uma que tivesse mais o caráter de revista infantil. Além disso, tomamos o cuidado para tornar o livro também inclusivo, ao colocarmos personagens portadores de deficiência física e da Síndrome de Down, por exemplo.

4 APLICAÇÃO DO PRODUTO DIDÁTICO E RESULTADOS

Este capítulo relata a aplicação do livro através de um minicurso para um grupo composto por quatro alunos, três meninas e um menino, com idade entre 10 e 11 anos. Os estudantes frequentam o 5º ano vespertino do Ensino Fundamental da Escola de Educação Básica Prof. Giardini Luiz Lenzi (Figura 4.1), de Jaraguá do Sul-SC, e participaram do projeto juntamente com seus pais e professor. A aplicação foi realizada em horários extraclasse no período matutino durante quatro encontros, nos dias 5, 12 e 19 de setembro (primeira parte) e dia 5 de outubro de 2017 (segunda parte) à noite.

Figura 4.1 – Fachada da Escola EEB Prof. Giardini Luiz Lenzi.



Fonte: Facebook da escola disponível em <https://www.facebook.com/giardini.lenzi.9>

A primeira etapa ocorreu com a presença dos alunos e de seu professor, que pôde participar do minicurso por também lecionar na escola no período matutino e por estar em horário de preparação de aula. A segunda parte contou também com a presença dos pais dos estudantes. A participação de todos foi importante porque o objetivo do livro é realmente levar Física aos alunos do Ensino Fundamental com o apoio de seus pais e professores. Então, com a presença deles na aplicação do livro seria possível perceber o impacto causado em cada um e ouvir relatos de dificuldades, estabelecer melhorias e, por fim, validar ou não o uso do livro.

O primeiro experimento aplicado com os alunos, chamado Canguru Pula-pula (Figura 4.2), foi desenvolvido para explicar magnetismo, com enfoque em polaridades dos ímãs, forças de atração e repulsão, e também em campo magnético. Os materiais necessários já tinham sido separados e fornecidos para os alunos em um kit contendo os itens de todos os experimentos do minicurso.

Inicialmente, os estudantes pareciam estar um pouco intimidados, provavelmente por causa da novidade de estar na escola em um horário extraclasse e com dois professores, mas em pouco tempo foram perdendo a timidez e participando das atividades. Para que se descontraíssem, procuramos mostrar a eles que o minicurso seria algo divertido e não apenas mais uma aula.

Antes de começar foram feitas algumas perguntas para levantamento dos saberes prévios. Por exemplo: Vocês conhecem e/ou já viram um ímã? Se sim, onde? Se você aproximar dois ímãs, o que acontece? E se dividir um ímã, muda alguma coisa? Alguns disseram que os ímãs se grudam, outros disseram que eles nem sempre se juntam, às vezes se empurram. Dois alunos disseram que já conheciam o ímã, outros disseram que já viram, mas nunca brincaram com ele. Os que já conheciam disseram que os lados do ímãs são chamados de positivo e negativo, fazendo confusão com polo norte e polo sul.

Explicamos, então, os assuntos de magnetismo que seriam trabalhados no experimento, utilizando uma linguagem própria para a idade dos estudantes. Após a explicação eles pareceram muito confiantes sobre o tema e disseram entender bem. Perguntamos em

seguida: Com base no que foi explicado, como poderíamos fazer um objeto flutuar no ar? Um aluno chegou muito próximo da solução ao sugerir que usássemos um ímã para puxar objetos, mas sem deixar encostar. Foi a partir daí que começamos a elaboração do experimento, um brinquedo que nos ajudaria a mostrar o que havia sido falado sobre os ímãs.

Durante a confecção do experimento as crianças ficaram muito empolgadas e até estabeleceram uma competição entre elas de quem faria o canguru mais bonito (Figura 4.3). Estavam contentes por desenhar, recortar, pintar, colar e brincar com ímãs, ou seja, por trabalhar na construção da própria atividade, a qual não só a executaram, mas também a produziram, o que agregou valor ao experimento.

Figura 4.2 – Primeira página do experimento, chamado Canguru Pula-pula, aplicado no primeiro encontro do minicurso.

Canguru Pula-pula

Assista a um vídeo do experimental!

Como podemos fazer um objeto flutuar no ar?

Aprenda a fazer um canguru pula-pula que funciona sem mola. Ele flutua no ar!

MATERIAIS

- 2 ímãs circulares com furo no centro
- 1 pedaço de 20 cm de cano de PVC
- Papel duplex 21x21 cm colorido
- Folhas de papel sulfite
- 1 pedaço de 20x20 cm de EVA
- Fita adesiva
- Giz de cera ou Lápis colorido

Atenção! O cano deve ser um pouco mais fino que o furo do centro dos ímãs.

Cuidado! Sempre que esse símbolo aparecer, peça ajuda a um adulto!

Cola-quente

O professor dos alunos, que é formado em Pedagogia e que acompanhava os experimentos, deu um depoimento dizendo: “Eu gostei muito da experiência, eu brincava muito com ímãs quando era pequeno e queria que eles fizessem isso também nas minhas aulas, porque isso era o meu brinquedo quando eu era criança, não tinha *spinner*. Mas, a gente não procura uma maneira pra fazer isso, sem falar que aprendi coisa nova, tipo, eu não sabia que se esquentasse o ímã ele deixava de ser ímã”. O comentário do professor veio perfeitamente ao encontro dos resultados de nossas investigações iniciais e que motivaram a realização do nosso livro. O nosso objetivo, que é buscar retomar o interesse dos professores, tornar possível que eles façam esse tipo de experimento e possam a partir daí instigar os alunos a fazerem atividades como essas acabara de ser cumprido.

Figura 4.3 – Alunos e o professor que participaram do minicurso em uma competição de quem faria o canguru mais bonito.



Os alunos ficaram contentes com o resultado final, pois se divertiram fazendo ciência com o brinquedo Canguru Pula-pula (Figura 4.4). Maior ainda foi o contentamento ao saberem que poderiam levar para casa os materiais que foram utilizados no resultado final que criaram. Assim, poderiam mostrar para seus pais, família e brincar em casa também. Como eles levariam os ímãs para casa, foi passado uma tarefa: pedimos para que eles fizessem testes verificando se o ímã gruda em todos os tipos de materiais e trouxessem no próximo encontro uma lista de coisas em que o ímã grudou e não grudou. Naturalmente, alertamos a eles que em alguns lugares não deveriam colocar os ímãs, como por exemplo em cartões bancários com chip, televisores, etc.

Figura 4.4 – Alunos e o professor que conduziu o minicurso apresentando o resultado do primeiro dia.



O primeiro encontro de atividades encerrou-se pela manhã e à tarde os alunos assistiram à aula normal com o professor da turma. Um dia depois, em conversa, ele relatou uma agradável surpresa. Sem que o professor pedisse ou que os alunos participantes do projeto tivessem combinado entre eles, todos os quatro levaram o experimento Canguru Pula-pula, que construíram, para a aula à tarde, com o intuito de mostrar para seus colegas. O professor deles, aproveitando-se da situação, pediu então, para que eles explicassem o que tinham aprendido para os demais. Segundo ele, um completava e corrigia o outro tentando mostrar que sabia mais.

No segundo encontro aplicamos o experimento chamado Porquinha Magnética (Figura 4.5). A atividade envolve o tema magnetismo com enfoque em materiais ferromagnéticos.

No final do primeiro dia de minicurso havíamos pedido para que eles testassem se o ímã gruda em todos os materiais e fizessem uma lista separando os materiais que foram atraídos e os que não foram. Então, ao chegar no segundo encontro os alunos já haviam feito os testes e evidenciaram que não gruda em tudo. A maior surpresa deles foi saber que o ímã não atraía a chave de casa, justamente uma das questões que colocamos ao final da atividade no livro.

Além da lista, dois alunos também trouxeram perguntas. Um deles perguntou se o tamanho do ímã indica se ele vai atrair muito ou pouco. E uma estudante perguntou se o fato de o portão da casa dela estar pintado, pode ter feito ele não ser atraído pelo ímã.

Para iniciar a explicação, foi pedido que eles dissessem o que haviam aprendido na aula anterior. Cada um falou um pouco e todo o assunto foi lembrado. Utilizando o assunto do encontro anterior, explicamos que existem materiais característicos que são atraídos por ímãs e que são classificados como ferromagnéticos. E com base no que foi ensinado, faríamos um detector muito divertido que indicaria se o material é ferromagnético ou não.

Iniciamos então a confecção da porquinha magnética e, assim como no experimento anterior, os alunos se divertiram ao fazer o experimento. Ao término da atividade percebeu-se que eles estavam orgulhosos por terem feito eles mesmos o detector e estavam ansiosos

para testar e ver se estava funcionando como eles esperavam (Figura 4.6).

Figura 4.5 – Uma das páginas do experimento, chamado Porquinha Magnética, aplicado no segundo encontro do minicurso.

Depois de colar todas as partes de EVA, desenhe na folha sulfite dois olhinhos utilizando o canetão e, em seguida, recorte e cole na garrafinha com cola quente. Desenhe também as sobrancelhas e os buracos do focinho.

Corte um balão pela metade e separe a parte de trás.

Em seguida, retire a tampa da garrafinha (focinho).

Coloque o balão de forma que ele forme uma "bolsa". Depois coloque o ímã dentro dessa "bolsa" e feche a tampa.

É importante que o ímã fique bem apertado contra a tampa.

Figura 4.6 – Alunos participantes com o produto final desenvolvido no segundo encontro.



Testaram em diversos materiais na sala de aula que estavam utilizando, para verificar onde havia material ferromagnético. Então, puderam levar a porquinha magnética para casa mas, antes de saírem, receberam como tarefa pesquisar como são chamados os materiais que não são atraídos pelos ímãs. O professor perguntou ainda, se aqueles detectores de metais que vemos na TV para encontrar metais na areia da praia poderiam ser feitos basicamente da mesma forma, com um ímã na ponta de um cabo, por exemplo. Um dos alunos respondeu dizendo que não, porque não iria detectar uma chave de metal, por exemplo, que não é ferromagnética e o ímã não atrairia.

No terceiro encontro, iniciamos perguntando se eles pesquisaram o nome de como são classificados os materiais que não são atraídos por ímãs. Dois alunos não pesquisaram e os demais deram respostas incorretas. Então, explicamos que o nome certo é “material

paramagnético”, e eles mencionaram que seria fácil lembrar porque é parecido com ferromagnético. Em seguida, fizemos uma revisão do que havia sido explicado nos encontros anteriores.

Para dar continuidade, perguntamos: Como funcionam as pipas? Responderam que a pipa precisa de vento. E ao perguntarmos qual a função da linha, eles disseram que era para a pipa não voar demais e escapar e também para fazer força para trazê-la de volta ao chão. Na sequência, pedimos que fizessem um desenho no quadro de como poderíamos fazer para uma minipipa e uma miniborboleta de papel voarem dentro de uma caixa de sapato. Ninguém quis expressar nenhuma ideia. Então, anunciamos que faríamos isso através do experimento intitulado “A Borboleta e a Pipa que voam sem parar” (Figura 4.7).

Essa atividade foi a primeira do minicurso em que fizemos primeiramente o experimento e somente depois foi dada a explicação. Durante a execução do experimento, os estudantes já lançavam hipóteses do que poderia acontecer para que a minipipa e a miniborboleta ficassem voando. Mas, somente ao final chegaram à conclusão correta. Por fim, foi explicado a influência da distância na força magnética e associado tudo o que ensinamos sobre magnetismo nesse experimento. No entanto, os alunos já demonstravam domínio sobre o que estava acontecendo.

Novamente eles ficaram animados por levar para casa o experimento e mesmo entendendo o que estava acontecendo, ficaram bastante impressionados com o fato de a pipa e a borboleta não caírem (Figura 4.8). Um dos alunos disse: “Minha mãe vai achar que é mágica isso”.

O último encontro contou também com a presença dos pais. Uma aluna levou seu pai e mãe, outra aluna levou somente a mãe, outro só o pai e um aluno infelizmente faltou. Naquele dia, fizemos o experimento chamado Batata-Pilha (Figura 4.9). Neste experimento trabalhamos o tema eletricidade e o objetivo era fazer um LED ligar sem utilizar bateria, mas sim batatas. Esperávamos que nesse experimento os pais pudessem participar bastante, já que era um dos objetivos do livro e os pais estavam presentes. O que não esperávamos é que os pais ficassem

mais empolgados que os filhos por causa do LED que ligou através da energia das batatas.

Figura 4.7 – Uma das páginas do experimento chamado “A Borboleta e a Pipa que voam sem parar”, aplicado no terceiro encontro do minicurso.



Figura 4.8 – Alunos com o terceiro experimento pronto.



Esse experimento, excepcionalmente, foi realizado à noite, devido ao horário que os pais tinham disponível. Isso ajudou muito a execução da atividade, pois a sala com as luzes apagadas estava bem escura, e assim foi possível perceber melhor a luz do LED que apesar de ligar, tinha baixa intensidade. Todos puderam levar para casa os materiais e comentaram que fariam novamente o experimento em casa (Figura 4.10).

Ao final, foi perguntado para os pais como foram os dias em que as crianças estavam envolvidas no projeto. Se houve alguma mudança no comportamento delas em relação aos estudos. Todos os pais disseram que os filhos estavam bem preocupados em não faltar nos encontros. E que estavam bastante interessados. Um dos pais disse que a filha até explicou o experimento que tinha feito, e como funcionava, para uma visita deles em casa. Uma mãe disse que a filha gostou, mas que continua com notas baixas na escola. Então, foi explicado à mãe que o

projeto acontece para criar ou fortalecer um gosto pela ciência e que isso ocorrerá a longo prazo.

Figura 4.9 – Uma das páginas do experimento, chamado Batata-Pilha, aplicado no último encontro do minicurso.



Conecte uma perna do LED na ponta do fio de cobre do último parafuso. Use um clipe para prender o fio. A outra perna do LED você pode encostar na moeda e assim acenderá a luz.

Show!! Funcionou?

EXPLICAÇÃO



Uma bateria ou pilha básica possui dois metais diferentes por onde sai e entra a eletricidade. Além disso, possui também um líquido alcalino que conduz essa energia. No caso do nosso experimento, temos as moedas de 5 centavos que são revestidas de cobre e os parafusos galvanizados revestidos de zinco, que são os metais, e temos as batatas que conduzem eletricidade.

Cada batata corresponde à uma pilha e, quando ligamos uma após a outra, somamos a tensão elétrica de cada uma. E então, quando conectamos um LED às batatas estamos fechando um circuito elétrico fazendo com que ele acenda.

Figura 4.10a e 4.10b – Alunos com seus pais.

(a)



(b)



Nesse dia eles receberam também um certificado de participação no projeto, emitido pelo LabCTI da UFSC. Todos ficaram muito orgulhosos com o certificado e agradeceram o professor. Um dos pais disse que colocaria o certificado em uma moldura.

Ao final do terceiro encontro, os alunos também responderam à um rápido questionário anônimo (Apêndice A) onde deram sua opinião sobre o projeto e foram questionados sobre qual profissão querem seguir quando forem adultos. As respostas serviriam para ver se houve um interesse maior à área científica e para ter um retorno dos alunos a respeito do projeto.

Ao professor de aula deles, também foi perguntado se notou alteração no comportamento dos alunos. Ele respondeu: “Os quatro estão se achando os cientistas, mas não são os mais inteligentes da sala. Só que eles não perdem a pose”. O professor, que é efetivo na escola, disse que irá tentar acompanhar ao longo dos anos a evolução dos

alunos. Ele também disse que pensa em utilizar o livro em sala se for publicado. Sua única reclamação sobre as atividades desse gênero é exigir tempo para poder separar os materiais para tantos alunos que ele possui.

O questionário que os estudantes responderam perguntava se eles já conheciam o ímã e se já sabiam as coisas que foram ensinadas no minicurso. Todos eles já conheciam o ímã e todos disseram não saber tudo o que foi ensinado. E da mesma forma, os quatro informaram que gostaram, saberiam explicar para outras pessoas e que gostariam de poder fazer mais experimentos como esses. Além disso, deixaram recados como: “... eu levarei esses *experimentos* para sempre”; “... quando nós *estarmos* no ensino médio nós já vamos saber tudo e isso é ótimo” e “Achei interessante como *funciona* as coisas...”

5 REFERENCIAL TEÓRICO

Para a elaboração do livro e sua aplicação foram de valiosa importância os textos de autores que discutem a TAS (Teoria de Aprendizagem Significativa). Esta foi forte inspiração e base para avaliação do aprendizado dos alunos que participaram no emprego do livro durante o minicurso proposto.

A TAS foi elaborada por David Paul Ausubel[16] (1918-2008), psicólogo norte americano, nascido em Nova York. Doutor em Psicologia do Desenvolvimento, cresceu insatisfeito com a educação que recebera e dedicou seus esforços dentro da área educacional no intuito de buscar as melhorias necessárias ao verdadeiro aprendizado. Para AUSUBEL[17] a aprendizagem consiste na “ampliação” da estrutura cognitiva, através da incorporação de novas ideias a ela.

Ele explica que a estrutura cognitiva é o conteúdo total e organizado de ideias de um determinado indivíduo, ou seja, tudo aquilo que aprendemos, ideias, preposições, etc.. Esses conceitos podem ser armazenados de maneira organizada e hierarquizada, na medida que são estabelecidas relações entre eles. Nessa estrutura cognitiva se ancoram novos conhecimentos, novas informações que vão se ligando aos saberes prévios. A partir desse contato eles se reorganizam, gradativamente são internalizados e portanto, aprendidos de forma significativa. A ênfase de Ausubel se dá na aquisição, no armazenamento e na organização dessas ideias na estrutura cognitiva.

Outro tipo de aprendizagem explicado por Ausubel é a aprendizagem mecânica, a qual difere da significativa porque a nova ideia não se relaciona de forma lógica e clara com as pré-existentes. Ela também é incorporada à estrutura cognitiva, mas de forma não ordenada. É armazenada de forma arbitrária, decorada, e por isso não garante nem flexibilidade, nem longevidade. Para AUSUBEL[17], a aprendizagem mecânica e a significativa fazem parte de um contínuo, hora aprendemos de forma significativa, hora aprendemos de forma mecânica.

A estrutura cognitiva, então, está ligada diretamente ao conceito de aprendizagem. MOREIRA[18] explica:

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

Esse aspecto especificamente relevante já existente é chamado por David Ausubel de *subsunçor* ou *ideia-âncora*. Assim, a aprendizagem significativa ocorre quando as novas informações se relacionam com os subsunçores do aprendiz. Nesse processo, os novos conceitos adquirem significado e os saberes prévios são modificados ou obtêm maior estabilidade cognitiva.

Se não houver um subsunçor, ele pode ser criado através de uma aprendizagem mecânica que será utilizada até que determinados aspectos relevantes sejam estabelecidos e se tornem então, subsunçores. Outra possibilidade é o uso de organizadores prévios que são materiais introdutórios apresentados antes dos principais, e que servirão de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deverá aprender. Os organizadores prévios não são subsunçores, eles são apenas conceitos provisórios.

Para ter uma aprendizagem significativa, portanto, fator primordial é saber primeiramente o que o aprendiz já sabe. ARAGÃO[19] explica que a ocorrência de aprendizagem significativa implica em que as seguintes condições sejam satisfeitas:

1ª O material aprendido precisa ser claro, potencialmente significativo, com exemplos e linguagem relacionadas com a estrutura cognitiva do aprendiz de maneira não arbitrária através de seus subsunçores;

2ª O aprendiz precisa possuir conhecimento prévio, ou seja, é preciso ter disponibilidade de elementos relevantes na estrutura cognitiva, os quais possam ser relacionáveis com o novo material de forma não-arbitrária e substantiva;

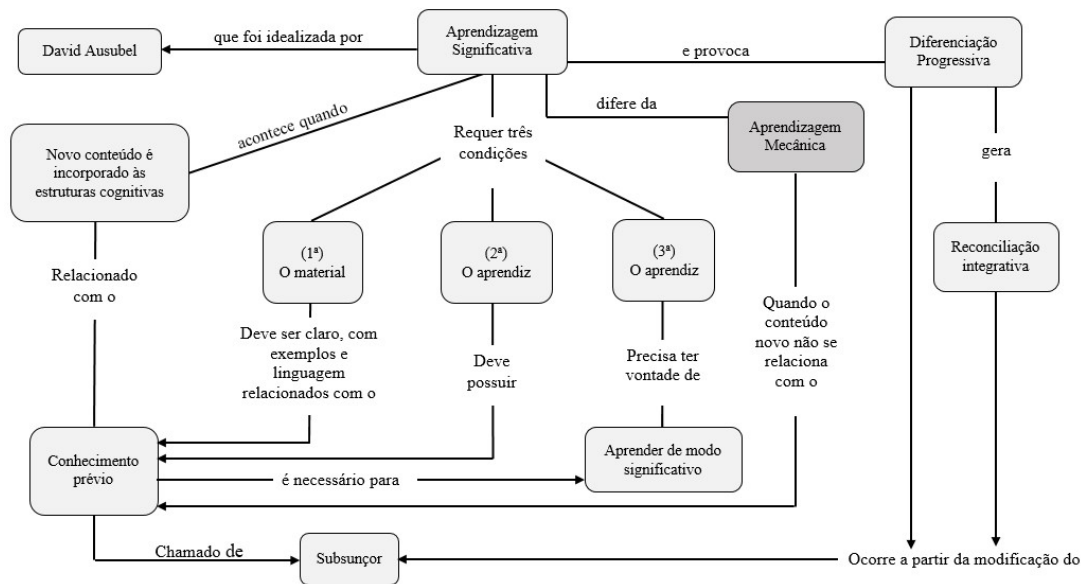
3ª O aprendiz precisa apresentar intenção para aprender significativamente. Isto é, para relacionar o novo material à sua estrutura cognitiva ele precisa querer não apenas decorar o novo conceito, mas aprender.

Destacamos aqui dois processos importantes que acontecem durante a aprendizagem: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. O primeiro, segundo ARAGÃO[19], acontece quando “ideias mais gerais e inclusivas são apresentadas de início, e então devem ser progressivamente diferenciadas em termos de detalhe e especificidade.” Ou seja, os conceitos mais específicos dão mais significado a um dado subsunçor mais geral que é, a partir daí, aprimorado na estrutura cognitiva. É gerada então a reconciliação integrativa, em que o indivíduo ao estabelecer relações entre ideias, identifica as semelhanças e diferenças e resolve as inconsistências.

Por fim, MOREIRA[18] explica que a avaliação da aprendizagem significativa implica em um enfoque em que “se deve avaliar a compreensão, captação de significados, capacidade de transferência do conhecimento a situações não-conhecidas, não-rotineiras”. Deve-se apresentar uma nova situação ao sujeito aprendiz, que exija máxima transformação do conhecimento adquirido. Contudo, “é necessário buscar evidências de aprendizagem significativa, ao invés de querer determinar se ocorreu ou não”.

A seguir, na Figura 5.1 é apresentado um mapa conceitual para melhor compreensão das ideias expostas nesse capítulo.

Figura 5.1 – Mapa conceitual da Teoria da Aprendizagem Significativa



6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos objetivos traçados ao propor a elaboração do livro, avaliamos de forma muito favorável a sua utilização. Obtivemos resultados no minicurso aplicado que indicam a conquista de competências requeridas do letramento científico e evidências de uma aprendizagem significativa. Os alunos foram capazes de explicar fenômenos cientificamente, tiveram o contato através das atividades com métodos e práticas para gerar explicações sobre o mundo material e também foram capazes de construir o conhecimento científico através de hipóteses, fatos e observações.

Durante toda a aplicação foram dadas condições que favorecessem a descoberta de saberes prévios (subsunçores) dos alunos e, com sucesso, pudemos identificá-los. Percebemos claramente a diferenciação progressiva, no momento em que a um conceito subsunçor mais geral, como o de força que puxava a pipa de volta ao chão, por exemplo, incluímos a ideia de força magnética, que também é força, mas de uma maneira mais específica. E a reconciliação integrativa, ao modificar o conceito de força, que agora não precisa mais de contato para puxar ou empurrar alguma coisa, mas pode ser à distância, como o caso da força magnética. Entre outros exemplos, como a noção de eletricidade, a qual agora eles sabem que pode prover de atrito de diferentes materiais, ou até mesmo de um conjunto composto por batatas e moedas.

Também podemos afirmar que o livro promove a popularização e difusão da Ciência e cultura. Exemplos de que isso ocorreu foram os fatos de que uma das alunas participantes da aplicação do projeto explicou o conceito aprendido de forma substantiva a uma pessoa que a visitava em sua casa; e também a inusitada iniciativa dos estudantes em levar os seus experimentos para a sala de aula e mostrar aos seus colegas o que haviam feito.

Evidenciamos dessa forma que a Física não se limitou às páginas do nosso livro, mas que se propagou rapidamente a partir do momento em que, desde cedo, se criou satisfação em aprender e um consequente contentamento em poder compartilhar esse saber. Isso comprova que

houve vontade de aprender significativamente por parte dos alunos (umas das condições para que houvesse a aprendizagem significativa). Não apenas repetiram conceitos, mas sim, elaboraram explicações próprias para a sua turma e a um familiar. Além disso, a ocorrência de trazerem perguntas de casa, também demonstra que houve um grande interesse em aprender significativamente.

As crianças que participaram do minicurso certamente levarão para si esse conhecimento – como relatado por elas – e ao se defrontarem com situações que envolvem magnetismo, por exemplo, irão fazer transferência para com o que aprenderam nesses dias.

O aumento do índice de alunos com alto rendimento em ciências ainda será conquistado. Fazer com que as crianças gostem também da área científica pode fazer com que surjam novas possibilidades de futuro para elas. Uma evidência disso foi o resultado de uma das perguntas feitas para os alunos ao final da primeira parte (terceiro encontro) do minicurso. Perguntamos a eles qual profissão eles gostariam de seguir quando forem adultos. Dois alunos disseram que gostariam de ser engenheiros, uma aluna respondeu que quer ser médica e outro estudante respondeu querer ser arquiteto, professor ou cientista. Se esse incentivo for continuado durante os anos, com certeza poderão se manter essas projeções de futuro. E para isso, por certo deverão estudar mais e, conseqüentemente, aumentar os índices de alto desempenho.

As estratégias e atividades propiciaram que o objetivo geral fosse suficientemente trabalhado. Ideias de novos livros, com novos temas, surgiram a partir desta experiência de êxito para dar continuidade ao trabalho. Os objetivos propostos foram cumpridos.

É importante ressaltar que foram necessárias alterações quase ao final do percurso, devido a um trágico acidente de automóvel que fez com que o prof. Marcio Rodrigo Loos se afastasse de suas atividades para recuperação.

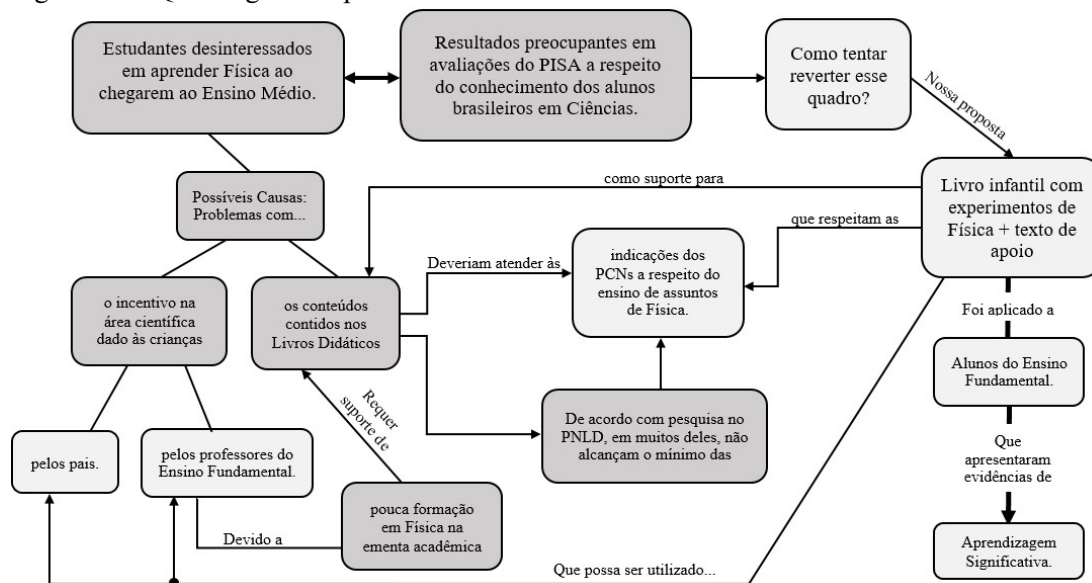
Contudo, ao finalizarmos o mestrado percebemos que um professor não dá aula, ele trabalha com seres humanos em construção! E assim como uma casa bem feita, não há como construir as paredes ou o teto sem um fundamento adequado. O livro que projetamos vem contribuir para essa fundamentação. Ele demonstrou ser potencialmente

significativo, com perguntas que ajudam nas descobertas de subsunçoes, linguagem clara e facilitadora de conhecimento com longevidade.

EINSTEIN[20] escreveu em um dos seus livros que: *“É tarefa essencial do professor despertar a alegria de trabalhar e de conhecer”*, e isso vem de encontro com o que pretendemos conquistar através do nosso livro. Queremos, com experimentos simples, gerar e cultivar o gosto pela ciência desde o princípio da formação escolar das crianças. Assim, podemos formar uma base sólida e, com o passar dos anos, fazer crescer ainda mais essa vontade e entregar ao Ensino Médio alunos que gostem de Física.

A seguir, na Figura 6.1 é apresentado um quadro geral a respeito do livro, desde suas motivações até o resultado de sua aplicação.

Figura 6.1 – Quadro geral do produto didático.



REFERÊNCIAS

1. OECD, **Results from PISA 2015: BRAZIL** – Country Note, PISA, OECD Publishing. 2016. Disponível em: <<https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Brazil.pdf>>. Acesso em: 24 março 2017.
2. OECD, **PISA 2012 Results: BRAZIL** – Country Note, PISA, OECD Publishing. Disponível em <<http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-brazil.pdf>>. Acesso em: 24 março 2017.
3. HARLEN, W. **Enseñanza y aprendizaje de las ciencias**. 2ª ed., Madrid: Morata, 1994.
4. MEDEIROS, E.A., LOOS M. R., **O Ensino de Física na Área de Ciências Naturais no Ensino Fundamental I e Ensino Fundamental II segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais**, Revista do Professor de Física, Brasília, vol. 1, n.1, 2017.
5. OECD (2016), **Low-Performing Students: Why They Fall Behind and How to Help Them Succeed**, PISA, OECD Publishing, Paris, Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1787/9789264250246-en>>. Acesso em: 24 março 2017.
6. OECD, **Brasil no PISA 2015: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros / OCDE-Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico**. São Paulo : Fundação Santillana, 2016.

7. BRASIL, **Guia de livros didáticos: PNL D 2016**: Ciências: Ensino Fundamental anos iniciais. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2015.
8. BRASIL, **Guia de livros didáticos: PNL D 2017**: Ciências: Ensino Fundamental anos finais. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2016.
9. GULKIN, Sidney; NOTKIN, Jerome J.; **The How and Why Wonder Book of Electricity**. New York: Merrill, Edição escolar, 1960. 48p.
10. LOESCHNIG, Louis V.; MANDELL, Muriel; CHURCHILL, Von E. Richard. **365 einfache Experimente für Kinder**. 1 ed. New York: Ullmann, 2007. 317p.
11. SHARP, Elizabeth; **The Science Book of Jets and Rockets**. 1 ed. New York: Science Materials Center, 1961. 48p.
12. HERBERT, Don; **Mr Wizard's Supermarket Science**, Editora: Random House:1980 Random House. 96p.
13. ANDREWS, Georgina; KNIGHTON, Kate. **100 Spannende Experimente für Kinder**. Bassermann Verlag, 96p.
14. SCHREIBER, Anke, **Das große Buch der experimente**. Verlag: Gondolino. Erscheinungsdatum: 2004, 259p.
15. HEWITT, **Física Conceitual**, 12^a ed., Porto Alegre: Bookman, 2015.
16. DAVID AUSUBEL – **BIOGRAFIA**. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/David_Ausubel>. Acesso em: 24 março 2017.

17. AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. E HANESIAN, H. – **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro, Interamericana, 1980.
18. MOREIRA, M. A. e MASINI, E.A.F. (2008). **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Editora Moraes.
19. ARAGÃO, R. M. R., **Teoria da Aprendizagem Significativa de David P. Ausubel**. Tese de Doutorado, Campinas, 1976.
20. EINSTEIN, A., *Como vejo o mundo*: Albert Einstein; tradução de H.P.de Andrade. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1981.

APÊNDICE A
Produto Didático



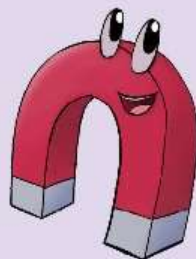
A Física pode ser apaixonante!
Mas para gostar, tem que conhecer!
Vamos apresentá-la para nossas crianças?

Como funcionam os ímãs?

Eles atraem todos os materiais?

E a eletricidade, o que é?

O que a eletricidade e o magnetismo têm em comum?



Essas e outras perguntas poderão ser respondidas pelas crianças por meio de experimentos divertidos contidos no livro *Pequeno Cientista*.

Com atividades de Física preparadas para o público infantil, o primeiro livro da série que trata de Eletricidade e Magnetismo pode ser utilizado por pais e filhos ou como apoio didático para professores do Ensino Fundamental.

Pequeno Cientista

1ª Edição • 2017

Copyright © 2014, by Marcio Rodrigo Loos
Direitos Reservados em 2017 por **LabCTI**.

Coordenação: Prof. Marcio Rodrigo Loos, Ph.D.

Sub-coordenação: Prof. Dr Esley Scatena Gonçalves

Criação: Emerson Avelino Medeiros

Ilustração: Kamilla Akemy Sakai

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial, por quaisquer meios, sem autorização por escrito do autor.

Impresso no Brasil - *Printed in Brazil*

Para minimizar dúvidas com relação ao procedimento de cada atividade experimental, todos os experimentos foram individualmente filmados, e os links dos vídeos disponibilizados no website <http://www.labcti.ufsc.br/pequeno-cientista-eletricidade-e-magnetismo>. Eles podem também ser acessados através do QR Code (Código de Resposta Rápida) que cada atividade possui na sua primeira página. Desta forma, se ainda houver dificuldade de compreensão em relação ao roteiro do experimento, utilizando um *smartphone* ou computador, você pode ter acesso ao vídeo e tirar as dúvidas.

Procedimento:



Passo 1: Aponte a câmera do seu *smartphone* para o QR Code do experimento utilizando um aplicativo leitor de QR Code*.

Passo 2: O aplicativo irá abrir a página do LabCTI da UFSC. Acesse e procure o link com o título do experimento.

Passo 3: Click no link do vídeo para assisti-lo.

* Disponível no Google play ou App Store



SUMÁRIO

O Besouro Elétrico	01
A Cobrinha Eletrostática	06
O Balão Atraente	09
A Borboleta e a Pipa que voam sem parar	12
Desafio: Fuja dos Tubarões	16
Canguru Pula-pula	20
Porquinha Magnética	24
Ligue as Colunas - o Jogo	28
Batata - Pilha	34
Energia do Barulho	38
Ímã Sim, Ímã Não	41

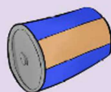
O Besouro Elétrico

Assista a um vídeo do experimento!



Construa neste experimento um Besouro Elétrico que pode identificar materiais bons e maus condutores de corrente elétrica!

MATERIAIS



1 pilha grande tamanho D 1,5 V carregada



2 fios rígidos de cobre de 1,5 mm encapados (24 cm e 18 cm)



Lâmpada pequena de 1,2 V tipo pingo d'água



Tesoura sem ponta



1 pedaço de EVA de 7x4 cm



1 pedaço de papel alumínio



Fita isolante




Massinha de modelar



2 pedaços de papel duplex, de 15x15 cm



Cuidado!
Sempre que esse símbolo  aparecer, peça ajuda a um adulto!



Cola-quente



Caneta preta
ou canetão

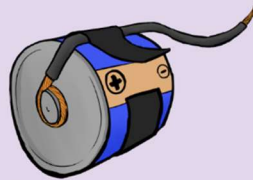


Alicate universal

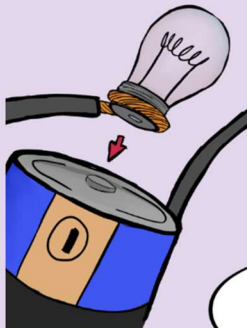
COMO SE FAZ



Utilizando uma tesoura
desencape todas as pontas
dos dois fios de cobre.



Utilizando um alicate, enrole
uma ponta do fio maior no polo
positivo da pilha e contorne a
mesma com o fio. Prenda com
fita isolante para que o fio não
se solte.



Enrole uma ponta do fio menor
na rosca da lâmpada e prenda
o conjunto no polo negativo da
pilha, utilizando a fita isolante.

Faça isso de modo que a ponta da lâmpada
(abaixo da rosca) esteja sempre em
contato com a pilha.

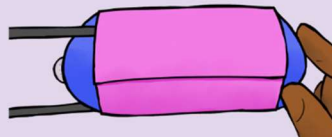


Para garantir que a lâmpada não
soltará, coloque uma fita extra,
forçando o contato.





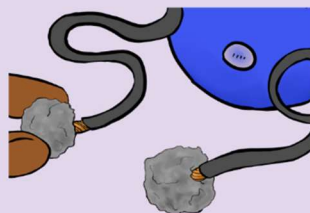
Enrole o EVA em torno da pilha e fixe com cola quente.



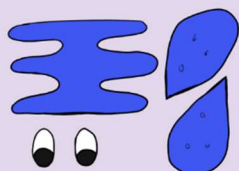
Com a massa de modelar, forme a cabeça do besouro no lado da lâmpada e na parte de trás preencha com massa para esconder a pilha.



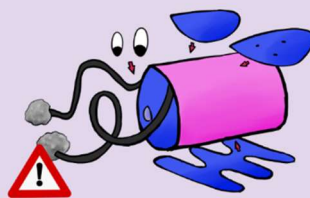
Lembre-se de deixar a lâmpada aparecer!



Faça pequenas voltas no fio para formar as antenas do besouro e utilize o papel alumínio para fazer as bolinhas das pontas delas.



Utilizando a tesoura sem ponta, recorte o papel duplex para fazer as asas, os olhos e as patas do besouro.



Utilize a caneta preta para fazer detalhes como os olhos e as bolinhas nas asas e em seguida cole com cola quente.

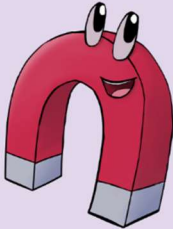


Pronto! O besouro elétrico está feito. Encoste diversos materiais nas duas pontas da antena ao mesmo tempo para ver o que acontece em cada caso. Teste com materiais como uma colher de metal, um clipe de papel, uma caneta de plástico, uma fita isolante, um sapato de borracha, etc.

O nariz do besouro acendeu? Separe os materiais em dois grupos: os que fizeram o nariz acender e os que não fizeram.

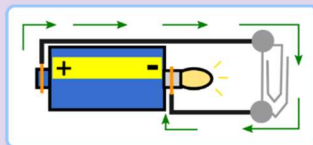


EXPLICAÇÃO



Alguns materiais permitem a passagem da corrente elétrica facilmente e outros, pelo contrário, oferecem muita dificuldade. O material que facilita o trânsito da corrente elétrica chama-se **condutor** elétrico e aquele que dificulta a passagem da corrente elétrica chamam-se **isolante** elétrico ou material dielétrico.

No caso do besouro elétrico, montamos um circuito que depende de um condutor elétrico para a corrente elétrica passar pelo fio e chegar até a lâmpada e acendê-la, conforme a figura.



■ Sentido convencional da corrente elétrica

O QUE PODE DAR ERRADO?

- ➔ *Certifique-se de que as bolinhas de papel alumínio estejam em contato com o fio de cobre na hora do contato. Se isso não ocorrer, o circuito ficará aberto mesmo com um condutor;*
- ➔ *As conexões do fio rígido com a pilha e da pilha com a lâmpada devem estar garantidas para que o besouro elétrico funcione bem.*

QUESTÕES

- 1) *A água pura é um material condutor ou isolante? Faça o teste com o besouro elétrico.*
- 2) *Faça novamente o teste, mas agora acrescente bastante sal à água e misture bem, ou seja, não deixe a água pura. Mudou alguma coisa?*

Observação: Para as questões 1 e 2 colocar na água apenas a ponta das antenas do besouro e sem as bolinhas de papel alumínio. Nunca ele inteiro!



- 3) *Utilizando os conceitos aprendidos, explique por que não devemos colocar qualquer objeto nas tomadas?*
- 4) *Vá até o grupo dos materiais condutores que você testou e faça o teste novamente com todos. A lâmpada acendeu com a mesma intensidade para todos? Podem existir materiais mais condutores do que outros nesse grupo?*

A Cobrinha Eletrostática

Assista a um vídeo do experimento!

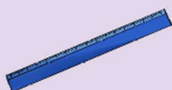


É possível erguer uma tira de papel, apenas encostando uma régua de plástico (seca) em cima dela?

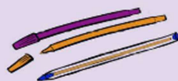
Descreva em uma folha quais as formas que poderíamos fazer isso.

Agora, que tal fazer uma cobrinha de papel que se levanta com um toque de "mágica"?!

MATERIAIS



1 régua escolar de plástico



1 caneta de qualquer cor



1 pedaço de papel seda de 20x20 cm



Tesoura sem ponta



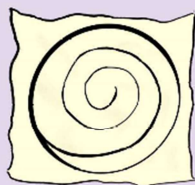
Casaco (ou meia) de lã



Giz de cera ou lápis colorido

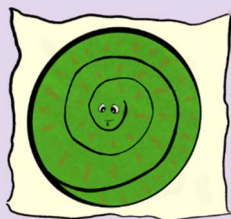
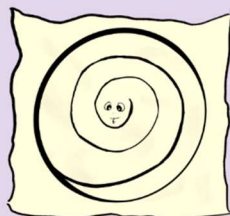
COMO SE FAZ

Faça um círculo grande no papel utilizando a caneta e, em seguida, faça uma espiral dentro dele.





No centro da espiral
desenhe os olhos e a
boca da cobrinha.



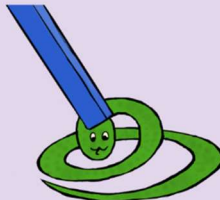
Utilizando os giz de cera
pinte o desenho da cobrinha
com a cor que você preferir.



Utilizando a tesoura, recorte a
cobrinha em espiral.



Esfregue bem a régua no
casaco.



Depois encoste-a na cabeça da
cobrinha.



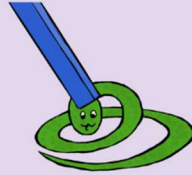
Caso você não possua
um casaco ou meia de lã,
substitua-o por papel
toalha.

Levante a régua devagar!

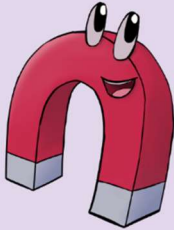




Repita isso várias vezes. O que aconteceu com a cobrinha???



EXPLICAÇÃO



Quando atritamos a régua no casaco, partículas chamadas elétrons, que são tão pequenas que nem conseguimos ver, são transferidas da lã para a régua e, a régua, que já possuía elétrons, fica com excesso dessas partículas, ou seja, fica eletrizada. Esses elétrons a mais na régua geram por fim uma força que atrai o papel seda de que é feito a cobrinha.

O QUE PODE DAR ERRADO?

- ➔ Se o local onde você estiver fazendo o experimento estiver muito úmido, pode ser bem difícil eletrizar a régua;
- ➔ Certifique-se de que a espiral esteja bem solta para a cobrinha não ficar muito pesada para a régua erguer.

QUESTÕES

- 1) Esfregue novamente a régua no casaco de lã, mas desta vez aproxime dos cabelos compridos de alguém. O que aconteceu? Explique.
- 2) O processo de eletrização só funciona com lã ou papel? Se não, quais outros materiais que temos em casa podemos eletrizar através do atrito? Pesquise.

O Balão Atraente

Desafio: desvie a água que sai da torneira antes que ela caia na pia sem encostar na água.

Escreva sugestões para conseguir isso. Neste experimento, que tal fazer um balão que consegue atrair até a água!

Assista a um vídeo do experimento!



MATERIAIS



1 balão



1 pedaço de papel seda de 10x10 cm

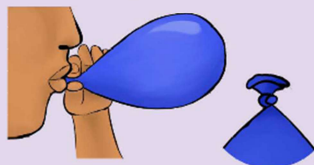


Canetas coloridas



Casaco (ou meia) de lã

COMO SE FAZ



Encha o balão e dê um nó para o ar não sair.



Utilizando as canetas coloridas, faça um desenho bem criativo no balão.



Que tal desenhar um boneco ou animal no balão?!



Recorte em pequenos pedaços o papel seda e deixe sobre a mesa.



Esfregue bastante o balão no casaco de lã.



Se você não tem casaco de lã, pode substituir por papel toalha.

Agora, aproxime o balão dos papéis (sem encostar) e veja o que acontece!

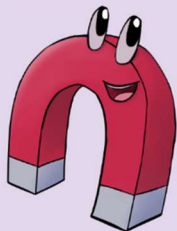


Esfregue mais o balão no casaco de lã.



Aproxime o balão (sem encostar) de um filete de água da torneira.

EXPLICAÇÃO



Se dividirmos qualquer coisa em pedacinhos cada vez menores, o menor pedaço de uma substância será um átomo. Ele é formado por 3 elementos: os prótons, os nêutrons e os elétrons. Quando os materiais têm a mesma quantidade de prótons e elétrons dizemos que o material está neutro.

Se atritarmos dois tipos de materiais que estão neutros um deles perde e outro ganha elétrons. Então dizemos que eles estão **eletrizados** e chamamos isso de **eletrização**. Um corpo eletrizado pode atrair um corpo neutro.

No caso do balão e da lã, inicialmente eles estão neutros, mas quando atritamos os dois eles ficam eletrizados. Ao aproximar o balão eletrizado dos pedacinhos de papel eles são atraídos. O balão eletrizado também atrai as moléculas da água, desviando-a para perto dele.

O QUE PODE DAR ERRADO?

→ Se o local onde você estiver fazendo o experimento estiver muito úmido, pode ser bem difícil eletrizar o balão.

→ Quando você abrir a torneira, certifique-se que está saindo só um pouquinho de água para que você possa visualizar o fenômeno.

QUESTÕES

1) Você já observou algum material (Ex.: roupa, sacola plástica) grudar em seu corpo sem nenhum tipo de cola ou adesivo? Se sim, por que isso ocorre?

2) Qual será a relação entre os raios e a eletrização por atrito?

A Borboleta e a Pipa que voam sem parar

Assista a um vídeo do experimento!



Responda:

Como funcionam as pipas?

Como as borboletas conseguem voar?

Através de um desenho, explique o que você acha que elas precisam para que fiquem voando no mesmo lugar.

E para as borboletas, é a mesma coisa?

Você acha que é possível fazer uma minipipa e uma miniborboleta de papel voarem dentro de uma caixa de sapato? Se sim, como faríamos isso? Faça um projeto do que seria preciso. Agora, que tal fazer uma borboleta que voa sem bater as asas e uma pipa que funciona sem vento, mas que ficam sempre voando?

MATERIAIS



2 folhas de papel sulfite



1 caixa de sapatos



Fita adesiva



2 ímãs



Linha de costura



Cola de papel



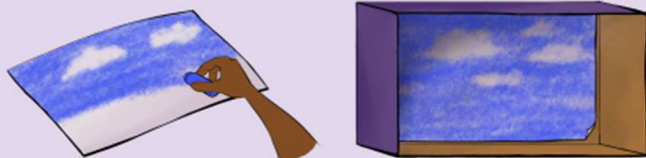
Tesoura sem ponta



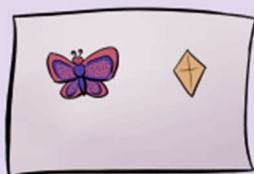
2 cliques de ferro



Giz de cera ou Lápis colorido

COMO SE FAZ

Com giz de cera ou lápis colorido, pinte um céu azul com nuvens na folha de papel sulfite e cole no fundo da caixa de sapatos.

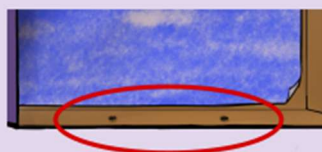


Desenhe, pinte e recorte uma borboleta e uma pipa.

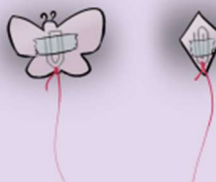
Tanto a borboleta como a pipa devem ter, no máximo, 4x4 cm.



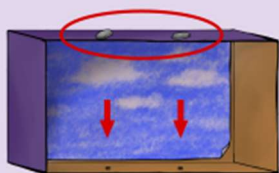
Você pode imprimir imagens da Internet ao invés de desenhar.



Faça 2 furinhos na lateral da caixa de sapatos, o suficiente para passar a linha de costura.

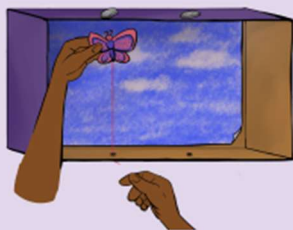


Amarre um pedaço de linha em cada clipe de papel e prenda com a fita adesiva um clipe na borboleta e um na pipa.

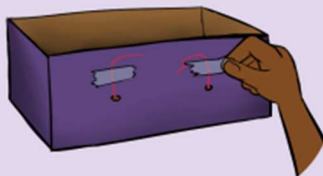


Coloque os ímãs em cima da caixa. Cada um na direção de um furo.

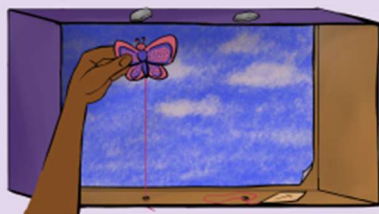
Dica: Você pode conseguir ímãs dentro de HD de computador que vai para sucata em lojas de informática!



Passe os fios que estão presos à pipa e à borboleta pelos furos feitos, e regule o fio esticado de forma que a borboleta quase encoste na caixa.



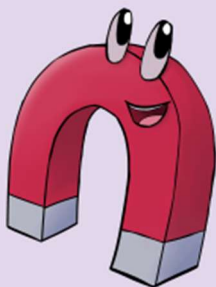
Se mesmo soltando a borboleta e a pipa eles não caírem e não encostarem na caixa, cole uma fita adesiva embaixo dela para prender a linha de forma que a eles não cheguem mais perto.



Agora, coloque os ímãs de volta em cima da caixa e levante a pipa e a borboleta.



EXPLICAÇÃO



Os ímãs que ficam em cima da caixa possuem uma força chamada **força magnética** que tem o poder de atrair materiais feitos de ferro, como o clipe de papel, por exemplo. Quanto mais perto do ímã, mais forte é a força. No caso da borboleta e da pipa, os ímãs tentam puxá-las para cima por causa do clipe de ferro preso nelas, mas a linha impede que elas continuem subindo. Se elas ficarem muito longe dos ímãs, a força magnética não é forte suficiente para ganhar do peso que as puxa para baixo, e então, nesse caso, elas caem.

QUESTÕES

- 1) Se colocarmos mais de um clipe na pipa, isso será melhor ou pior para fazê-la voar dentro da caixa?
- 2) Faça um desenho representando as forças que fazem a pipa ficar parada no ar dentro da caixa.

Desafio: Fuja dos Tubarões

É possível puxar alguns objetos sem encostar neles? Como?

Desafio!! Construa uma jangada movida por uma força à distância e faça-a atravessar o "mar" sem encostar nos tubarões.

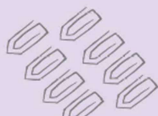
Assista a um vídeo do experimento!



MATERIAIS



3 rolhas de cortiça



8 cliques de ferro



1 ímã



Tesoura sem ponta



2 agulhas



1 folha de papel sulfite



1 varinha ou palito de churrasco ou de algodão-doce



1 pedaço de 15 cm de barbante



1 bacia grande com água



1 folha de EVA




1 canetão permanente



Fita adesiva

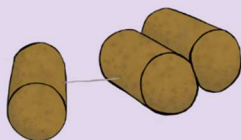


Cola-quente

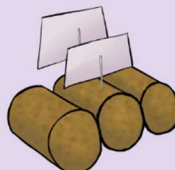
Cuidado!
Sempre que esse símbolo  aparecer, peça ajuda a um adulto!



COMO SE FAZ



Junte as rolhas utilizando pedaços de um clipe aberto e coloque as agulhas na rolha central para formar os mastros.



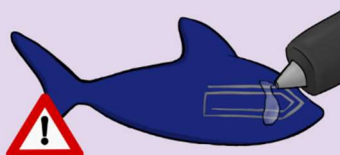
Recorte a folha de papel sulfite para formar as velas da jangada e, com uma fita adesiva, prenda nas agulhas.



Sua jangada já está pronta! Pode deixá-la na bacia com água.



Utilizando a tesoura, recorte o EVA no formato de 7 tubarões, e desenhe os olhos deles com o canetão permanente.



Cole com cola quente 1 clipe embaixo de cada tubarão e depois coloque-os na bacia com água, com o clipe voltado para baixo.

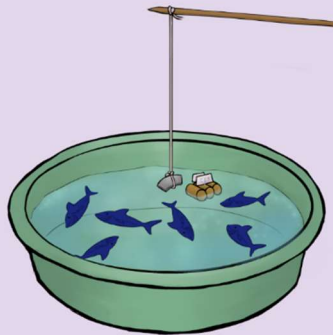


Tudo pronto!
E agora?



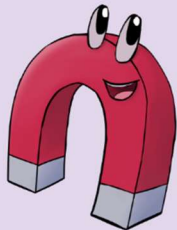
Amarre um ímã no barbante e prenda a outra ponta na varinha (como se fosse uma vara de pesca).

O DESAFIO É O SEGUINTE:
Deixe a jangada em uma borda da bacia, e utilizando a varinha, vá atraindo a jangada (sem deixa-la grudar no ímã) e vá passeando pelo "mar" (bacia). Mas cuidado! Nesse trajeto, nenhum tubarão poderá encostar na jangada e nem grudar no ímã.



Conseguiu? Você pode atrair os tubarões com o ímã para abrir espaço para a jangada passar, mas cuidado para os tubarões não te ataquem! Depois que você conseguir, brinque de pescar tubarões. É bem divertido!

EXPLICAÇÃO



O ímã que fica preso no barbante possui uma força chamada força magnética que tem a propriedade de atrair, mesmo à distância, materiais feitos de ferro, como o clipe de papel dos tubarões e as agulhas da jangada, por exemplo. Quanto mais perto do ímã, mais forte é a força. Nesse caso, quanto mais perto você chegar com o ímã do jangada ou dos tubarões, mais força o ímã fará para eles se mexerem.

QUESTÕES

- 1) O ímã pode atrair embaixo d'água? Faça o teste.
- 2) Você sabe por que o "ímã" tem esse nome? Pesquise.

Canguru Pula-pula

Como podemos fazer um objeto flutuar no ar?

Aprenda a fazer um canguru pula-pula que funciona sem mola. Ele flutua no ar!

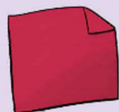
MATERIAIS



2 ímãs circulares com furo no centro



1 pedaço de 20 cm de cano de PVC



Papel duplex 21x21 cm colorido



Folhas de papel sulfite



Fita adesiva




1 pedaço de 20x20 cm de EVA



Giz de cera ou Lápis colorido



Cuidado!
Sempre que esse símbolo  aparecer, peça ajuda a um adulto!



Cola-quente

Assista a um vídeo do experimento!



Atenção! O cano deve ser um pouco mais fino que o furo do centro dos ímãs.





Tesoura sem ponta

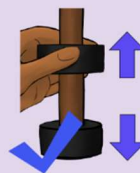
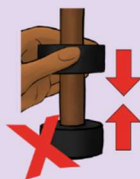
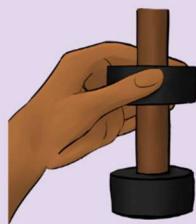


Cola de papel

**COMO SE FAZ**

Encaixe o primeiro ímã em uma ponta do cano de pvc de modo que ele fique preso ao cano.

Para o ímã ficar justo você pode passar fita na base no cano e assim deixá-lo mais grosso.



Coloque o segundo ímã no cano de PVC de modo que ele fique frouxo e aproxime-o do ímã que está na base, verificando se eles se atraem ou se afastam.

Se foi atraído, vire-o ao contrário. Se ele foi empurrado pelo outro ímã, essa é a posição certa.



Retire-o com cuidado para não virá-lo e lembre-se de marcar o lado certo!

lado de cima



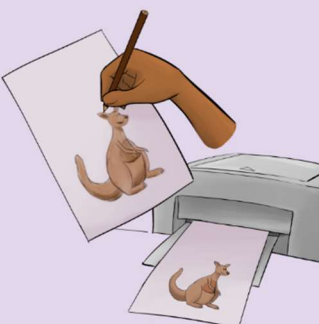
lado de baixo



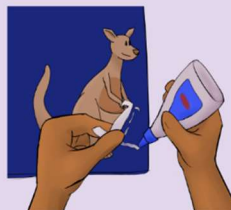
Enrole o papel duplex ao redor do segundo ímã formando um tubo, com o lado de cima do ímã apontado para dentro dele. Prenda com fita adesiva por dentro e por fora.



Faça uma dobrinha na base do tubo de papel e prenda o ímã com fita adesiva transparente.



Utilizando o material que preferir, desenhe um Canguru na folha sulfite ou imprima uma figura pronta.



Com a cola de papel, cole o canguru no pedaço de EVA e recorte contornando o desenho.



Em seguida, cole o canguru de EVA no tubo de papel com a cola-quente.

Faça isso de modo que o ímã fique justo e forme a base do tubo.

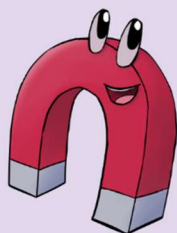




Pronto! Agora é só encaixar o 2º ímã no cano de PVC novamente e soltar que o canguru já começa a pular!!

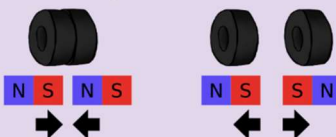


EXPLICAÇÃO



Os ímãs têm sempre dois polos, um se chama polo norte e outro polo sul. Polos iguais, como norte e norte ou sul e sul, se repelem e polos diferentes se atraem.

No caso do canguru pula-pula, o ímã que está na base fica com um polo virado para baixo e outro para cima. Então, quando o 2º ímã se aproxima virado com um polo igual para baixo, os dois se repelem fazendo o ímã de cima pular e flutuar.



QUESTÕES

- 1) Este experimento funcionaria utilizando um cano de ferro ao invés de um cano de PVC? Por quê?
- 2) E se fosse um cano de cobre ou de alumínio, funcionaria?

Porquinha Magnética

Assista a um vídeo do experimento!



Os ímãs atraem todas as coisas?
Quais tipos de materiais eles atraem?

Identifique esses materiais com a ajuda da simpática porquinha magnética.

MATERIAIS



1 garrafinha PET de 500 ml com tampa



1 ímã de HD usado (quebrado em 2)



1 folha de EVA



1 canetão preto



1 folha de papel sulfite



1 tesoura sem ponta



1 balão




Estilete

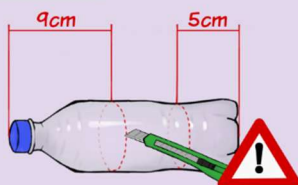


Cola quente



Cuidado!
Sempre que esse símbolo  aparecer, peça ajuda a um adulto!

COMO SE FAZ

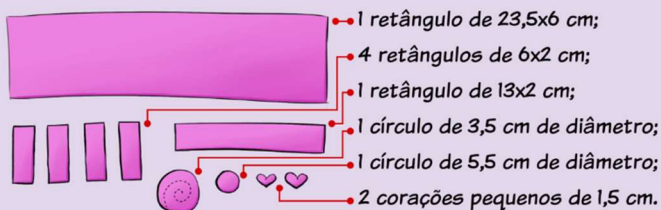


Utilizando o estilete, corte a garrafinha em 3 partes, de modo que a ponta e a base dela juntas meçam 14 cm.



Cole a ponta e a base da garrafinha com cola quente para formar uma garrafinha menor.

Utilizando a tesoura, recorte o EVA no formato das figuras abaixo:

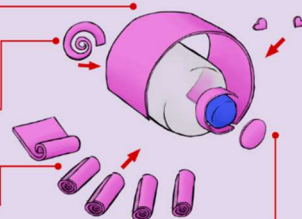


Cole o retângulo maior ao redor da garrafinha para formar o corpo da porquinha.

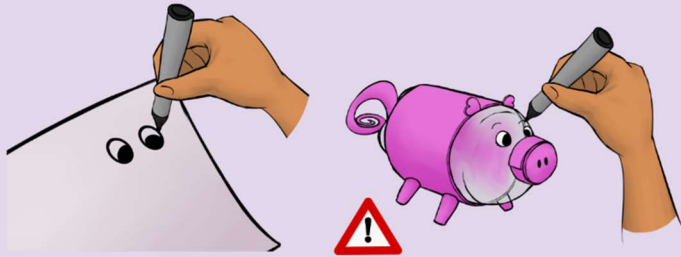
Corte o círculo maior em espiral e cole na parte de trás para fazer o rabinho.

Enrole os quatro retângulos de 6x2 cm, e cole para fazer as patinhas;

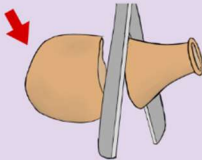
Cole os dois corações na parte de cima para formar as orelhas.



Enrole o retângulo de 13x2 cm ao redor da tampinha e cole o círculo menor na frente, formando o focinho.



Depois de colar todas as partes de EVA, desenhe na folha sulfite dois olhinhos utilizando o canetão e, em seguida, recorte e cole na garrafinha com cola quente. Desenhe também as sobrancelhas e os buracos do focinho.



Corte um balão pela metade e separe a parte de trás.



Em seguida, retire a tampa da garrafinha (focinho).

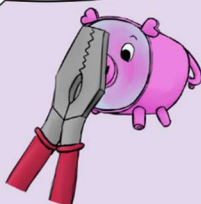


Coloque o balão de forma que ele forme uma "bolsa". Depois coloque o ímã dentro dessa "bolsa" e feche a tampa.

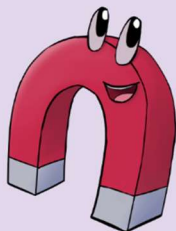
É importante que o ímã fique bem apertado contra a tampa.



Muito bem! A porquinha magnética está pronta!
Agora faça os testes: Encoste o focinho da porquinha em diversos materiais (moedas, cliques de papel, chave de casa, diferentes painéis, alicate, janelas, etc.) para ver o que acontece com a porquinha.



EXPLICAÇÃO



O ímã atrai alguns tipos de materiais e outros não. Os materiais que são atraídos, chamamos de materiais **ferromagnéticos** pois têm em sua composição elementos como ferro, níquel e/ou cobalto. Quando o focinho da nossa porquinha gruda em um material, significa que esse é um material ferromagnético!

QUESTÕES

- 1) A chave da sua casa é feita de material ferromagnético? Responda e depois faça o teste com a porquinha magnética.
- 2) Como são chamados os materiais que não são atraídos pelo ímã? Pesquise.

Ligue as Colunas - o Jogo

Você já viu brinquedos que acendem LED's?

Que materiais precisamos para ligar um LED e como fazer isso?

Neste experimento aprenderemos como fazer um circuito elétrico básico. E ao mesmo tempo, faremos um jogo para testar a sua sorte. O desafio é acertar a posição correta dos animais e seus alimentos preferidos, adivinhando as ligações do circuito elétrico.

Assista a um vídeo do experimento!



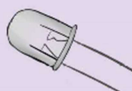
MATERIAIS



1 caixa grande de sapatos com tampa



3 m de fio cinza de telefone. Usaremos os 2 fios internos dele



1 LED 3,0 V alto brilho



Tesoura sem ponta



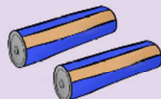
12 prendedores tipo cravo bailarina de 2 cm



2 folhas de papel sulfite



Fita isolante



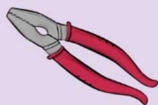
2 pilhas de 1,5 V



Cola de papel



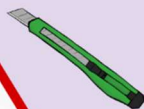
Balão de festa



Alicate


Giz de cera ou
lápis colorido

Papel colorido

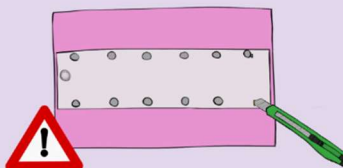


Estilete

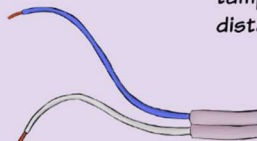
Cuidado!

Sempre que esse símbolo  aparecer, peça ajuda a um adulto!**COMO SE FAZ**

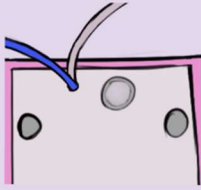
Decore (encape) a caixa de sapatos com o papel colorido e cole na tampa uma faixa branca central de papel sulfite.



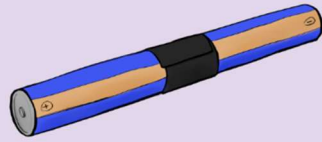
Utilizando um estilete, fixe 12 prendedores cravo bailarina na tampa da caixa, em 2 colunas de 6, de forma que ocupem toda a tampa e fiquem com a mesma distância entre elas.



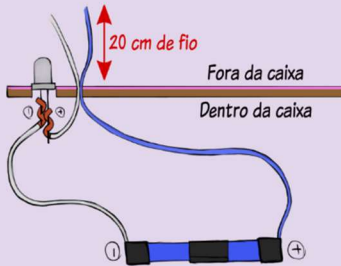
Remova a capa cinza do fio de telefone e retire os dois fios internos (azul e branco).



Em seguida, faça dois furinhos na tampa para fixar o LED e um furo maior para passar os dois fios (azul e branco).



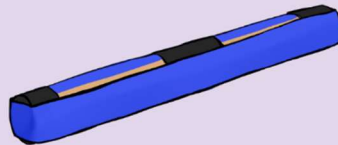
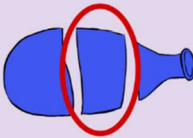
Prenda bem uma pilha na outra com fita isolante. É preciso unir o polo positivo da primeira com o negativo da segunda.



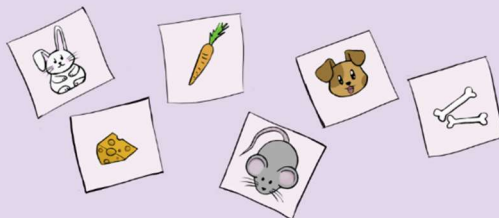
Para fixar os fios nas pilhas e nos terminais da lâmpada, utilize fita isolante.



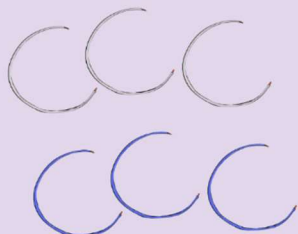
Deixe 20 cm dos fios para fora da tampa e 30 cm para dentro. Ligue um dos fios direto no polo positivo da primeira pilha. O outro, ligue no maior terminal do LED (polo positivo). Em seguida, com outro fio, ligue o polo negativo da segunda pilha até o outro terminal (o menor) do LED.



Corte um balão em 3 partes e utilize a parte do meio do balão para envolver as duas pilhas, garantindo o contato entre elas e os fios.

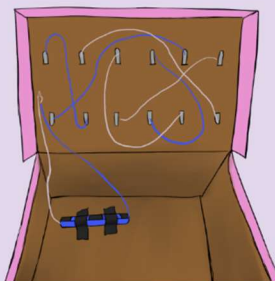


Em outra folha de papel sulfite, desenhe separadamente 6 animais e seus alimentos preferidos. Por exemplo: 1 papel com um coelho e outro com uma cenoura. Em seguida pinte e recorte cada um.

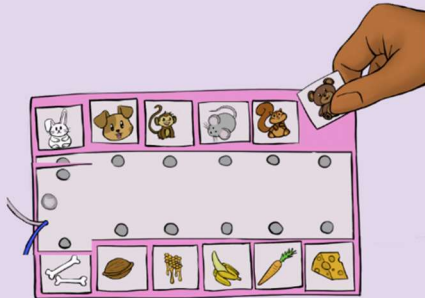


Corte 6 pedaços de fio de 30 cm cada um e desencape as duas pontas de todos eles.

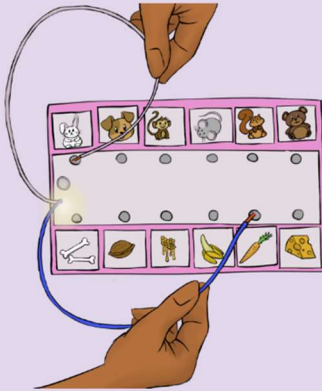
Agora começa o jogo!



Com a tampa da caixa aberta, ligue cada prendedor cravo da coluna da esquerda à um prendedor da coluna da direita. Você decide qual ligação fazer. Para isso, enrole a ponta do fio e dobre uma chapinha do prendedor.



Feche a tampa da caixa e peça à seus amigos para distribuírem os animais na coluna da esquerda e os alimentos na coluna da direita. Eles podem escolher a ordem que quiserem. Para saber se acertaram a ligação das colunas, basta colocar um fio em cada prendedor e ver se o LED ligou.

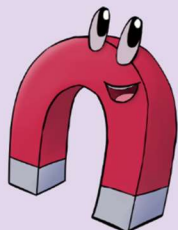


Por exemplo: se ele colocou o coelho na primeira posição da coluna da esquerda e a cenoura na quinta posição da coluna da direita, ele deve encostar um fio em cada prendedor que tem na frente dessas duas figuras. Se o LED ligar, é porque ele acertou a posição correta de colocar as imagens, se não ligar, deve tirar as duas figuras de cima da caixa e tentar a sorte com outro animal e alimento.

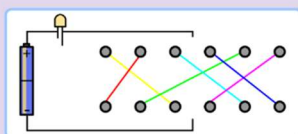


Funcionou? Quando você quiser mudar a ordem do jogo, basta refazer as ligações embaixo da tampa da caixa.

EXPLICAÇÃO



O jogo funciona através de um circuito elétrico básico, composto por uma fonte de energia (as pilhas), um LED e os fios condutores. Porém, inicialmente o LED não acende porque o circuito está aberto, mas quando o jogador acerta os prendedores que estão interligados o circuito fecha e o LED liga.



O QUE PODE DAR ERRADO?

→ Se o LED não ligar verifique se as conexões estão bem feitas, se as duas pilhas estão bem unidas e com o lado positivo encostado no negativo. Se mesmo assim não ligar, inverta os fios que estão ligados no LED.

→ Verifique também se os prendedores cravo bailarina possuem um revestimento (tinta). Caso contenham será preciso remover esse revestimento com lixa ou raspando com o estilete.

QUESTÕES

- 1) O LED acende se você encostar os dois fios em outros materiais como clipe, moeda, borracha, por exemplo? Faça o teste e escreva quais materiais você testou e o que aconteceu em cada caso.
- 2) Por que utilizamos duas pilhas para ligar o LED neste experimento? E se utilizássemos apenas uma, o que aconteceria?

Batata - Pilha

De onde vem a energia elétrica?

Se quisermos acender uma lâmpada onde ligamos ela?

E que tal ligar um LED utilizando batatas?!

Isso mesmo, batatas!

Assista a um vídeo do experimento!



MATERIAIS



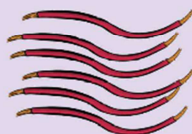
3 batatas médias



6 moedas de 5 centavos



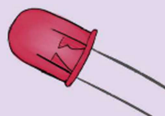
6 parafusos ou pregos galvanizados



6 fios de cobre de 10 cm, com as pontas desencapadas




6 cliques de papel



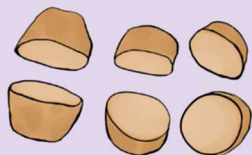
1 LED vermelho 3,0 V de alto brilho



Estilete

Cuidado!
Sempre que esse símbolo  aparecer, peça ajuda a um adulto!



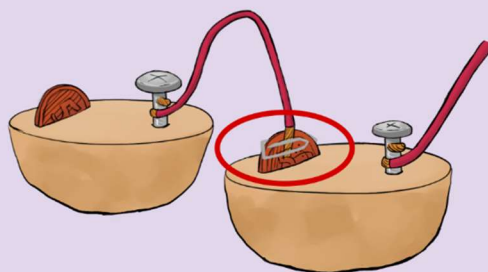
COMO SE FAZ

Corte as batatas ao meio, e com o estilete, faça 2 buracos em cada pedaço, sendo um deles para a moeda e outro para o parafuso.

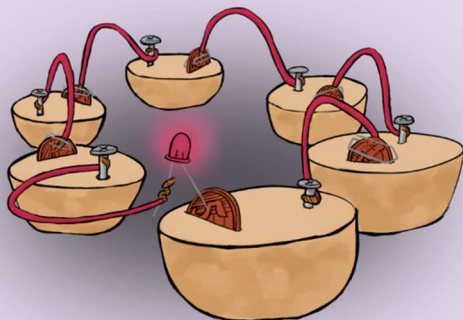


Enrole um lado do fio de cobre no parafuso. Faça isso com os outros 5 parafusos e fios.

Coloque o parafuso com o fio enrolado no buraco da batata que foi feito para ele anteriormente. Faça isso com todos os parafusos.



Coloque as moedas nos buracos das batatas que foram feitos anteriormente. Com o auxílio do clipe, junte a moeda com o fio de cobre da batata ao lado, e assim, conecte todas elas juntas.

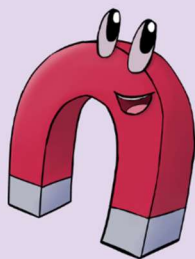


Conecte uma perna do LED na ponta do fio de cobre do último parafuso. Use um clipe para prender o fio. A outra perna do LED você pode encostar na moeda e assim acenderá a luz.

Show!! Funcionou?



EXPLICAÇÃO



Uma bateria ou pilha básica possui dois metais diferentes por onde sai e entra a eletricidade. Além disso, possui também um líquido alcalino que conduz essa energia. No caso do nosso experimento, temos as moedas de 5 centavos que são revestidas de cobre e os parafusos galvanizados revestidos de zinco, que são os metais, e temos as batatas que conduzem eletricidade.

Cada batata corresponde à uma pilha e, quando ligamos uma após a outra, somamos a tensão elétrica de cada uma. E então, quando conectamos um LED às batatas estamos fechando um circuito elétrico fazendo com que ele acenda.

O QUE PODE DAR ERRADO?

- Tome cuidado para que os fios de cobre fiquem em contato com os parafusos e moedas, pois senão o circuito não fechará;
- A moeda contém muitos óxidos e por isso talvez precise lixá-la antes de usar;
- Não utilizar moedas de 5 centavos prateadas, somente moedas com revestimento de cobre;
- Utilize pregos ou parafusos galvanizados, caso contrário não funcionará. O experimento não funciona com pregos ou parafusos comuns.
- Se o LED não ligar, experimente inverter os terminais.

QUESTÕES

- 1) Qual outro alimento poderíamos utilizar no nosso experimento?
- 2) Comer batata dá choque? Por que?

Energia do Barulho

Será que é possível gerar energia elétrica com um limão? E além disso, será que é possível ouvi-la?

Assista a um vídeo do experimento!



É possível sim! Faça esse experimento e veja como isso acontece.

MATERIAIS



1 limão



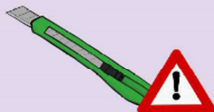
1 parafuso ou prego galvanizado




1 moeda de 5 centavos



Fone de ouvido



Estilete

Cuidado!
Sempre que esse símbolo  aparecer, peça ajuda a um adulto!



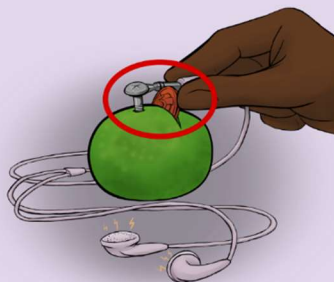
COMO SE FAZ

Utilizando o estilete, faça um pequeno corte no limão para que a moeda possa entrar.





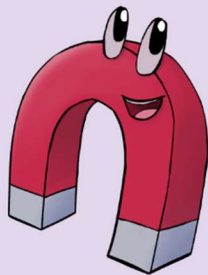
Coloque a moeda no buraco onde foi feito o corte. Com o parafuso, faça um furo no limão de maneira que a moeda e o prego fiquem perto um do outro.



Seu experimento está pronto! Basta você colocar o fone de ouvido e com a sua ponta encostar no parafuso e na moeda ao mesmo tempo, ouvindo assim um ruído!



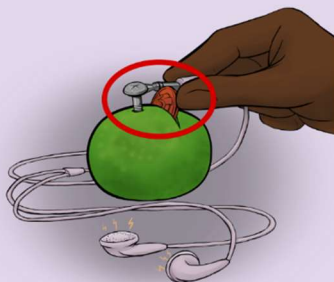
EXPLICAÇÃO



Não são só as pilhas comuns que podem fornecer eletricidade, mas também alguns alimentos como o limão. Isso acontece devido ao caráter ácido do limão que consegue permitir corrente elétrica dentro dele. Como há cobre na moeda e há zinco no parafuso, quando a ponta do fone de ouvido encosta nesses dois metais ao mesmo tempo, podemos ouvir um ruído devido a passagem de corrente elétrica de um para o outro.



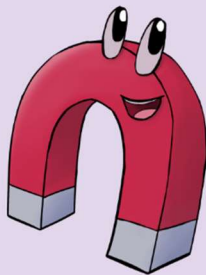
Coloque a moeda no buraco onde foi feito o corte. Com o parafuso, faça um furo no limão de maneira que a moeda e o prego fiquem perto um do outro.



Seu experimento está pronto! Basta você colocar o fone de ouvido e com a sua ponta encostar no parafuso e na moeda ao mesmo tempo, ouvindo assim um ruído!



EXPLICAÇÃO



Não são só as pilhas comuns que podem fornecer eletricidade, mas também alguns alimentos como o limão. Isso acontece devido ao caráter ácido do limão que consegue permitir corrente elétrica dentro dele. Como há cobre na moeda e há zinco no parafuso, quando a ponta do fone de ouvido encosta nesses dois metais ao mesmo tempo, podemos ouvir um ruído devido a passagem de corrente elétrica de um para o outro.

Ímã Sim, Ímã Não

Um ímã é sempre ímã?

Será possível fazer um que "liga ou desliga"?
Que tal fazermos um equipamento que funciona assim?

Assista a um vídeo do experimental!



MATERIAIS



1 m de fio de cobre esmaltado (+/- 1 mm de diâmetro = 18AWG)



1 prego grande de ferro (+/- 9 cm)



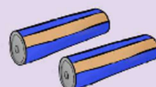
1 prendedor de roupas



Tesoura sem ponta



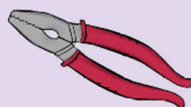
2 pregos pequenos



2 pilhas de 1,5 V



Fita isolante



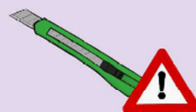
Alicate



2 elásticos de borracha



Cuidado!
Sempre que esse símbolo aparecer, peça ajuda a um adulto!



1 estilete





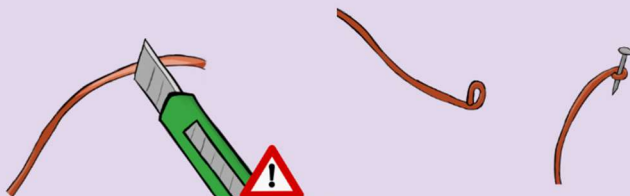
1 balão de festa

COMO SE FAZ



As voltinhas devem ser justas e uma bem ao lado da outra.

Enrole o fio de cobre esmaltado no prego grande. Deixe um pedaço de 16 cm de fio de cobre sobrando no início (cabeça do prego) e 8 cm no final.

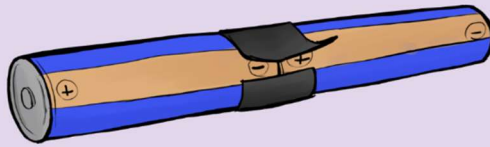


Com a ajuda do estilete, raspe o esmalte de cerca de 1,5 cm das duas pontas do fio. É importante que fique bem raspado.

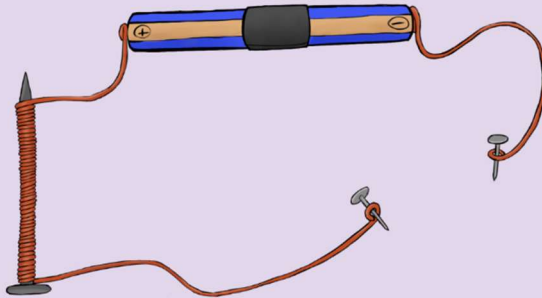
Faça uma voltinha em cada ponta. Você pode fazer isso enrolando em um prego pequeno utilizando um alicate.



Separe outro pedaço de cobre esmaltado com 12 cm, tire o esmalte das pontas e enrole um prego pequeno em cada uma como feito anteriormente.

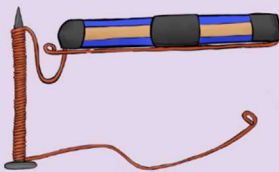


Prenda bem uma pilha na outra com fita isolante. É preciso unir o polo positivo da primeira com o negativo da segunda. Deixe as extremidades livres (sem fita).



Ligue a ponta final (menor) do fio enrolado no prego grande no polo positivo da pilha e prenda com fita isolante.

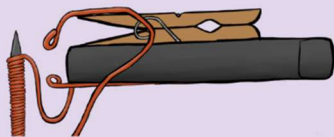
Faça o mesmo no polo negativo com o fio avulso de 12 cm.



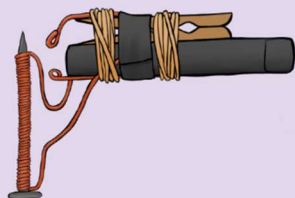
Passe o fio de 12 cm por baixo das pilhas e deixe a ponta livre.

Lembre-se de tirar os pregos pequenos das pontas!

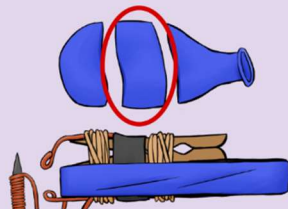




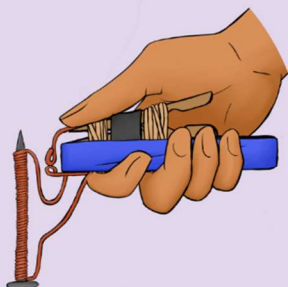
Coloque o prendedor de roupas em cima das pilhas e a parte de fio de 16 cm por cima dele até ficar com 2,5 cm livres. Entorte essa parte para baixo de forma que somente apertando o grampo as duas voltinhas se unam.



Prenda bem o grampo e os fios com fita isolante. Para dar mais firmeza ao grampo prenda-o com dois elásticos de borracha.



Corte um balão em 3 partes e utilize a parte do meio do balão para envolver as duas pilhas e dessa forma garantir o contato entre elas e os fios.



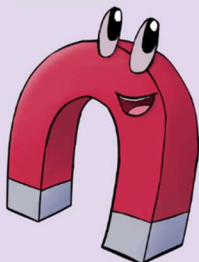
Pronto! Agora é só usar a nossa máquina magnética portátil!! Não deixe o grampo muito tempo apertado para não gastar a pilha.



Sem apertar o grampo, aproxime a cabeça do prego de algo pequeno que seja de ferro, como um clipe de papel, por exemplo. Aconteceu alguma coisa?

Agora faça o mesmo, mas aperte o grampo.

EXPLICAÇÃO



O que acabamos de construir se chama **eletroímã**. Quando um condutor elétrico é percorrido por uma corrente elétrica, ele gera um campo magnético em volta dele, igual a um ímã. Quando fazemos várias voltinhas de fio condutor, o campo magnético em cima de uma voltinha enfraquece o campo em cima da voltinha vizinha, mas fortalece o campo no meio delas.

Dessa forma, no meio (onde está o prego) e no final (cabeça e ponta do prego) o campo magnético será mais forte, por isso atrairá objetos que contêm ferro. Mas, isso só ocorre quando tem corrente elétrica passando pelo fio, por isso se abirmos o circuito o objeto pode cair. Às vezes, mesmo abrindo o circuito, o prego continua atraindo um pouco, isso acontece porque existe um resíduo de magnetismo no prego.

QUESTÕES

- 1) Como se chamam os materiais que são atraídos por ímãs?
- 2) Onde ímãs são utilizados, ou seja, quais as aplicações de um ímã?

REFERÊNCIAS

1. OECD, *Results from PISA 2015: BRAZIL – Country Note*, PISA, OECD Publishing. 2016. Disponível em <https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Brazil.pdf>. [24/03/2017].
2. OECD, *PISA 2012 Results: BRAZIL – Country Note*, PISA, OECD Publishing. Disponível em <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-brazil.pdf> [24/03/2017].
3. HARLEN, W. *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. 2ª ed., Madrid: Morata, 1994.
4. MEDEIROS, E.A., LOOS M. R., O Ensino de Física na Área de Ciências Naturais no Ensino Fundamental I e Ensino Fundamental II segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais, *Revista do Professor de Física*, Brasília, vol. 1, n.1, 2017.
5. S M. R., O Ensino de Física na Área de Ciências Naturais no Ensino Fundamental I e Ensino Fundamental II segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais, *Revista do Professor de Física*, Brasília, vol. 1, n.1, 2017.
6. OECD (2016), *Low-Performing Students: Why They Fall Behind and How to Help Them Succeed*, PISA, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264250246-en>.
7. OECD, *Brasil no PISA 2015: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros / OCDE-Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico*. São Paulo : Fundação Santillana, 2016.
8. BRASIL, *Guia de livros didáticos: PNLD 2016: Ciências: Ensino Fundamental anos iniciais*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2015.
9. BRASIL, *Guia de livros didáticos: PNLD 2017: Ciências: Ensino Fundamental anos finais*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2016.
10. MEDEIROS, E.A., LOOS M. R., O Ensino de Física na Área de Ciências Naturais no Ensino Fundamental I e Ensino Fundamental II segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais, *Revista do Professor de Física*, Brasília, vol. 1, n.1, 2017.
11. OECD (2016), *Low-Performing Students: Why They Fall Behind and How to Help Them Succeed*, PISA, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264250246-en>.
12. HEWITT, *Física Conceitual*, 12ª ed., Porto Alegre: Bookman, 2015

APÊNDICE C

Convite para os alunos



Senhores pais ou responsáveis,

Seu filho(a), juntamente com mais 3 alunos, está sendo convidado à participar gratuitamente do projeto de aplicação de experimentos de Física no Ensino Fundamental, desenvolvido pelo curso de Mestrado da Universidade Federal de Santa Catarina e gentilmente apoiado pela EEB Prof. Giardini Luiz Lenzi. Os estudantes convidados participarão de oficinas de Física sobre magnetismo, nas dependências da escola. Quem ministrará o curso será o Prof. Emerson A. Medeiros, que é mestrando em Física pela UFSC, professor de Física da escola e está escrevendo um livro com experimentos de Física para crianças.

Quando? Dias 5, 12 e 19 de setembro, das 9h00min às 10h15min

Onde? EEB Prof. Giardini Luiz Lenzi

() Sim, aceito o convite e autorizo meu filho(a) à participar.

() Agradeço o convite, mas meu filho(a) não poderá participar.

Assinatura dos pais ou responsável

APÊNDICE D

Convite para os pais



Senhores pais ou responsável,

Você e seu filho(a) estão sendo convidados(as) à participar de uma aula do projeto de aplicação de experimentos de Física no Ensino Fundamental, desenvolvido pelo curso de Mestrado da Universidade Federal de Santa Catarina e gentilmente apoiado pela EEB Prof. Giardini Luiz Lenzi. Os estudantes convidados que participaram da oficina de Física receberão os certificados nessa ocasião.

Quando? Dia 5 de outubro (quinta-feira), das 18h30min às 19h15min

Onde? EEB Prof. Giardini Luiz Lenzi

() Sim, aceito o convite e participaremos.

() Agradeço o convite, mas não poderemos participar.

Nome completo do(a) aluno(a) participante: _____

Assinatura dos pais ou responsável

APÊNDICE E

Modelo para emissão do certificado

Certificado

Certificamos que _____ participou do minicurso **Pequeno Cientista: Experimentos de Física**, desenvolvido pelo Laboratório de Ciência, Tecnologia e Inovação (LabCTI) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) - *Campus Blumenau*, nos dias 05, 12 e 19 de setembro e 05 de outubro de 2017.

Carga horária total: 5 horas.

Jaraguá do Sul, 05 de outubro de 2017.

_____ *Márcio Rodrigo Loos*

Prof. Emerson Avelino Medeiros

Coordenador Márcio Rodrigo Loos, Ph.D.

Organização:



ANEXO A

Texto de apoio sobre Eletricidade e Magnetismo



A seguir serão abordados os temas de eletricidade e magnetismo presentes no livro Pequeno Cientista. Este texto de apoio é destinado à professores e pais que quiserem se aprofundar nos assuntos trabalhados nos experimentos. Todos os assuntos foram selecionados, adaptados e/ou transcritos do livro Física Conceitual de Paul David Hewitt - 12ª edição.

1. ELETRICIDADE

Eletricidade é o nome dado a um amplo conjunto de fenômenos que de uma forma ou outra estão subjacentes a quase tudo que nos cerca. Desde um relâmpago no céu até o acender de uma lâmpada, desde o que mantém os átomos juntos, formando moléculas aos impulsos que se propagam através dos nervos, a eletricidade está por toda a parte. A compreensão da eletricidade requer uma abordagem sobre conceitos como o estudo de cargas elétricas em repouso (eletrostática) e sobre as cargas elétricas em movimento (eletrodinâmica).

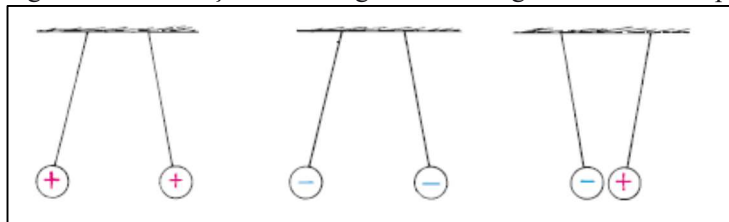
1.1 FORÇA ELÉTRICA E CONSERVAÇÃO DA CARGA ELÉTRICA

Com relação às cargas elétricas, o universo apresenta três tipos de partículas, neutras, positivas e negativas. As positivas repelem as positivas, mas atraem as negativas, e as negativas repelem as negativas, mas atraem as positivas (Figura A1).

Essa força de atração ou repulsão entre as cargas chamamos de força elétrica. Ela é uma força universal, como a gravidade, que varia

inversamente com o quadrado da distância entre as partículas carregadas, mas é bilhões de vezes mais forte.

Figura A1 – Interação entre cargas de sinais iguais e de sinais opostos.

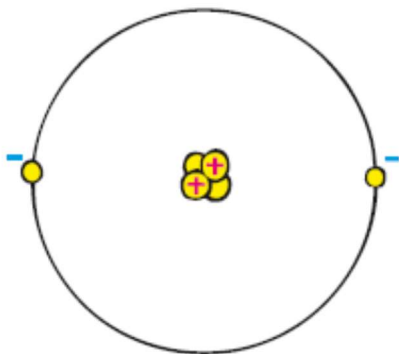


Dentro de cada pedaço de matéria há átomos. E o que existe dentro de cada átomo? Cargas positivas e negativas que se mantêm juntas pela enorme atração elétrica. Formando uma mistura compacta e aglomerados uniformes de cargas positivas e negativas, as enormes forças elétricas se equilibram quase que perfeitamente. Quando dois ou mais átomos se juntam formando uma molécula, ela também contém partículas positivas e negativas equilibradas. E quando trilhões de moléculas se combinam para formar um pedacinho de matéria, as forças elétricas de novo se equilibram. Praticamente não existe atração ou repulsão elétrica entre dois pedaços de matéria ordinária, porque cada um deles contém um mesmo número de partículas negativas e positivas (Figura A2).

Os termos *positiva* e *negativa* se referem à *carga* elétrica, a grandeza fundamental por trás dos fenômenos elétricos. As partículas positivamente carregadas no interior da matéria comum são prótons, e as partículas negativamente carregadas são elétrons. Prótons e elétrons, junto com partículas neutras chamadas de nêutrons, constituem os átomos. Quando dois átomos se aproximam um do outro, o equilíbrio entre as forças atrativas e repulsivas não é perfeito, pois os elétrons se movem rapidamente dentro do volume ocupado por cada átomo. As partículas positivamente carregadas da matéria ordinária são os prótons, e as negativamente carregadas são os elétrons. Os átomos podem, então,

se atrair e formar uma molécula. De fato, todas as forças de ligação que mantêm juntos os átomos, formando moléculas, são de natureza elétrica.

Figura A2 – Um modelo de um átomo de hélio. O núcleo é formado por dois prótons e dois nêutrons. Os prótons positivamente carregados atraem os dois elétrons negativamente carregados.



Em um átomo neutro, existe o mesmo número de elétrons e prótons, de modo que a carga líquida é nula. As positivas cancelam exatamente as negativas. Se um elétron for removido de um átomo, então ele não mais será neutro. O átomo terá, neste caso, uma carga positiva (um próton) a mais em relação às negativas (os elétrons) e se diz que ele está positivamente carregado ou eletrizado. Um átomo carregado é chamado de íon. Um íon positivo possui uma carga líquida positiva. Um íon negativo, ou seja, um átomo com um ou mais elétrons extras, é negativamente carregado.

Os objetos materiais são formados por átomos, o que significa que eles são constituídos de elétrons e prótons (e nêutrons). Os objetos normalmente possuem um número igual de elétrons e prótons, sendo, portanto, eletricamente neutros. Mas se existir um ligeiro desequilíbrio nos números, o objeto será eletricamente carregado. O desequilíbrio é gerado quando elétrons são adicionados ou removidos de um objeto. Embora os elétrons mais próximos ao núcleo, os mais internos, estejam

ligados muito fortemente aos núcleos, os mais afastados, os mais externos portanto, são muito frouxamente ligados e podem facilmente ser desalojados. Quanto trabalho é necessário para remover um elétron do núcleo varia de uma substância para outra.

Os elétrons estão mais fortemente ligados em materiais tais como borracha ou plástico do que no seu cabelo, por exemplo. Portanto, quando você passa um pente pelo seu cabelo, os elétrons se transferem deste para o pente. O pente, então, passa a ter um excesso de elétrons e se diz que está negativamente carregado. Seu cabelo, por sua vez, ficará com uma deficiência de elétrons e se diz que está positivamente carregado. Num outro exemplo, podemos esfregar um bastão de vidro ou plástico com um pedaço de seda. A seda tem uma maior afinidade por elétrons do que o vidro ou o plástico. Os elétrons são, portanto, arrancados do bastão e transferidos para a seda.

É importante notar que quando algo é eletricamente carregado, nenhum elétron é criado ou destruído. Eles são simplesmente transferidos de um material para outro. A carga é conservada.

A força elétrica, como a gravitacional, diminui com o inverso do quadrado da distância entre os corpos interagentes. Essa relação foi descoberta por Charles Coulomb, no século XVIII, e é denominada **lei de Coulomb**. Ela estabelece que, para dois objetos eletricamente carregados e que são muito menores do que a distância existente entre eles, a força entre os dois varia diretamente com o produto de suas cargas, e inversamente com o quadrado da separação mútua.

1.2 CONDUTORES E ISOLANTES

É fácil estabelecer uma movimentação de cargas em metais, porque um ou mais dos elétrons das camadas mais externas desses átomos não estão firmemente presos aos núcleos. Ao contrário, eles são praticamente livres para vagar pelo material. Tais materiais são chamados de bons **condutores**. Os metais são bons condutores de eletricidade pela mesma razão pela qual são bons condutores de calor. Os elétrons de suas camadas mais externas estão “frouxos”. Metais caros como a prata, o ouro e a platina estão entre os melhores

condutores, não sofrem corrosão e são comumente usados em pequenas quantidades em produtos de grande valor. O cobre e o alumínio são comumente usados em sistemas de fiação elétrica por causa de seus bons desempenhos e de seus baixos custos.

Em outros materiais, borracha e vidro, por exemplo, os elétrons estão firmemente ligados e pertencem de fato a átomos individuais. Eles não são livres para vagar por entre os outros átomos do material. Consequentemente, não é fácil fazê-los fluir. Esses materiais são maus condutores de eletricidade pela mesma razão pela qual eles são normalmente maus condutores de calor. Esses materiais são chamados de bons **isolantes**.

O vidro é um isolante extremamente bom, e é usado para manter afastados os fios das torres metálicas entre as quais são esticados. Muitos plásticos também são bons isolantes, razão porque os fios elétricos de sua casa são cobertos por uma camada de plástico.

Todas as substâncias podem ser ordenadas de acordo com sua facilidade de conduzir eletricidade. No topo dessa lista, situam-se os bons condutores e, no fim, os bons isolantes. As extremidades da lista estão muito distantes. A condutividade de um metal, por exemplo, pode ser mais do que um milhão de trilhão de vezes maior do que a de um isolante como o vidro.

Figura A3 – É mais fácil conduzir eletricidade através de centenas de quilômetros de fios de metal do que através de alguns centímetros de material isolante.



1.3 ELETRIZAÇÃO

Podemos eletrizar objetos transferindo elétrons de um lugar para outro. Podemos fazer isso por contato físico, como ocorre quando as substâncias são friccionadas uma na outra, ou simplesmente se tocam. Ou podemos redistribuir a carga de um objeto simplesmente colocando um objeto eletricamente carregado próximo a ele – isso é chamado de indução.

1.3.1 Eletrização por atrito e por contato

Todos estamos familiarizados com os efeitos elétricos produzidos pelo atrito. Você pode esfregar o pelo de um gato e escutar depois os estalidos das faíscas produzidas, ou pentear seu cabelo em frente a um espelho num quarto escuro, para ouvir e ver as faíscas. Podemos esfregar nossos sapatos num capacho e sentir um formigamento quando pegamos a maçaneta da porta. Converse com os mais idosos e eles lhe contarão sobre como era comum levar um surpreendente choque elétrico ao escorregar sobre a cobertura plástica dos assentos, enquanto se estava estacionado num carro. Em secadoras de roupa, carga é transferida para as roupas. Em todos esses casos, os elétrons são transferidos pelo atrito quando um material é esfregado em outro.

Figura A4 – Elétrons são transferidos da pele para o bastão ao atritá-los. O bastão se torna negativamente carregado e a pele positivamente.



Os elétrons podem ser transferidos de um material para outro por simples contato. Por exemplo, quando um bastão negativamente carregado é colocado em contato com um objeto neutro, alguns elétrons se transferirão para o objeto neutro. Esse método de eletrização é chamado simplesmente de eletrização por contato.

Se o objeto eletrizado for um bom condutor, os elétrons se espalharão por toda a superfície do corpo, pois os elétrons transferidos se repelem mutuamente. Se ele for um mau condutor, pode ser necessário tocar o bastão em várias partes a fim de conseguir uma distribuição de carga mais ou menos uniforme.

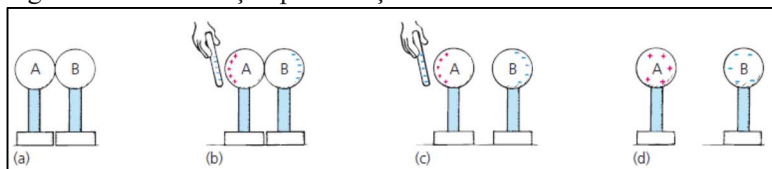
1.3.2 Eletrização por indução

Se você coloca um objeto negativamente carregado próximo a uma superfície condutora, você fará com que os elétrons se movam pela superfície do material mesmo não havendo contato físico algum. Considere duas esferas metálicas isoladas, A e B, como mostrado na Figura A5. (a) Elas estão se tocando, de modo que efetivamente formam um único condutor não eletrizado. (b) Quando um bastão negativamente carregado é trazido para próximo de A, os elétrons do metal, sendo livres para se moverem, se repelem para tão longe quanto possível, até que a repulsão mútua seja suficientemente grande para equilibrar a influência do bastão. A carga foi redistribuída. (c) Se A e B forem separadas com o bastão ainda presente, (d) elas ficarão igualmente carregadas, mas com sinais opostos. Isso é a eletrização por indução. O bastão eletrizado não tocou em momento algum as esferas, e possui a mesma carga original.

Analogamente, podemos eletrizar uma única esfera por indução se a tocarmos enquanto diferentes partes dela estão diferentemente carregadas. Considere uma esfera metálica pendurada por um barbante não condutor. Quando tocamos a superfície do metal com um dedo, estamos providenciando um caminho por onde a carga pode fluir para ou de um grande reservatório de carga elétrica – o solo. Dizemos, então,

que estamos aterrando a esfera, um processo que pode deixá-la com uma certa carga elétrica líquida.

Figura A5 – Eletrização por indução



Analogamente, podemos eletrizar uma única esfera por indução se a tocamos enquanto diferentes partes dela estão diferentemente carregadas. Considere uma esfera metálica pendurada por um barbante não condutor. Quando tocamos a superfície do metal com um dedo, estamos providenciando um caminho por onde a carga pode fluir para ou de um grande reservatório de carga elétrica – o solo. Dizemos, então, que estamos aterrando a esfera, um processo que pode deixá-la com uma certa carga elétrica líquida.

A eletrização por indução ocorre também durante as tempestades com relâmpagos. As partes mais baixas das nuvens, negativamente carregadas, induzem uma carga positiva sobre a superfície da Terra. O raio é uma descarga elétrica entre uma nuvem e o solo eletrizado de maneira oposta, ou entre partes das nuvens eletrizadas contrariamente.

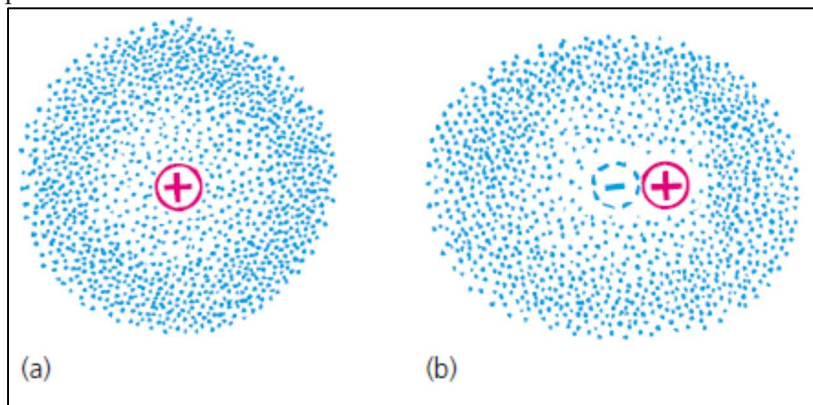
A finalidade primária de um para-raios é a prevenção de incêndios causados por descargas elétricas. Se, por uma razão qualquer, uma quantidade de carga suficiente não for retirada do ar pelo para-raios e acabar produzindo uma faísca, esta poderá ser atraída para o para-raios e, assim, dispor de um caminho direto para o solo, em vez de descarregar a carga toda no prédio.

1.3.3 Polarização da carga

A eletrização por indução não é um processo restrito aos condutores. Quando um bastão eletrizado é trazido para próximo de um isolante, não existem elétrons livres para migrar através do material

isolante. Em vez disso, ocorre um rearranjo das cargas no interior dos próprios átomos e moléculas. Embora os átomos não se movam de suas posições relativamente fixas, seus “centros de carga” são deslocados. Um dos lados do átomo ou molécula, pela indução, torna-se mais negativo (positivo) do que o lado oposto. Dizemos que o átomo ou molécula está **eletricamente polarizado**. Se o bastão estiver negativamente eletrizado, digamos, então a parte positiva do átomo ou molécula é puxada em direção ao bastão, e sua parte negativa, no sentido oposto. As partes positiva e negativa dos átomos ou moléculas tornam-se alinhadas. Eles estão eletricamente polarizados.

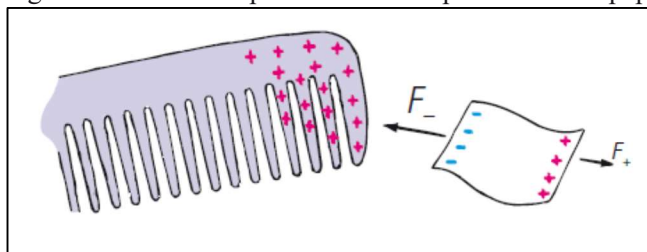
Figura A6 – O enxame de elétrons circundando o núcleo atômico constitui uma nuvem eletrônica. (a) O centro da nuvem negativamente carregada normalmente coincide com o centro do núcleo positivo de um átomo. (b) Quando uma carga negativa externa é aproximada pela direita, como no caso de um balão carregado, a nuvem eletrônica será distorcida de maneira que os centros das distribuições de carga positiva e negativa não mais coincidirão. O átomo, então, estará eletricamente polarizado.



Podemos compreender por que razão pedacinhos eletricamente neutros de papel são atraídos por um objeto eletrizado – um pente que foi passado em seu cabelo, por exemplo. Quando o pente eletrizado é

colocado próximo, as moléculas dos pedacinhos de papel são polarizadas. O sinal da carga que está mais próxima do pente é oposto à carga deste. As cargas de mesmo sinal situam-se a uma distância um pouco maior. As mais próximas vencem, e os pedacinhos de papel experimentam uma força resultante atrativa. Às vezes, eles se grudam ao pente e, em seguida, são arremessados para longe dele. Essa repulsão ocorre porque, no contato, os pedacinhos de papel adquirem carga com mesmo sinal da que existe no pente (Figura A7). Um pente eletrizado atrai um pequeno pedaço de papel porque a força atrativa entre as cargas opostas mais próximas supera a força repulsiva entre as cargas de mesmo sinal mais afastadas.

Figura A7 – Pente de plástico atraindo pedacinhos de papel



Esfregue um balão de borracha em seu cabelo: ele se tornará carregado. Coloque o balão encostado numa parede e ele grudará nela. Isso acontece porque a carga no balão induz uma carga superficial oposta sobre a parede. De novo, as mais próximas vencem, pois a carga do balão está ligeiramente mais próxima das cargas induzidas com sinais opostos do que das cargas induzidas com o mesmo sinal da do balão (Figura A8).

Muitas moléculas, de água, por exemplo, são eletricamente polarizadas em estado normal. Sua distribuição de carga elétrica não é perfeitamente simétrica. Existe um pouco mais de carga negativa em um lado da molécula do que no outro (Figura A9). Essas moléculas constituem o que se chama de *dipolos elétricos*. Um balão carregado poderia, por exemplo atrair esses dipolos elétricos da água.

Figura A8 – Balão carregado atraindo uma parede.

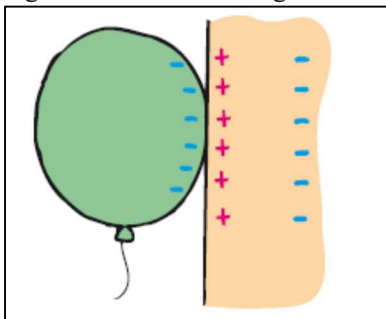
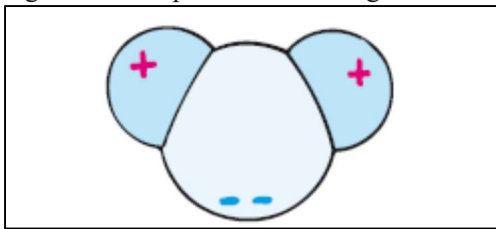


Figura A9 – Dipolo elétrico da água.



2. CORRENTE ELÉTRICA

Corrente elétrica é o fluxo de carga, posta em movimento por tensão elétrica e dificultada pela resistência. Quando as extremidades de um material condutor elétrico estão em diferentes potenciais elétricos – quando existe uma **diferença de potencial** entre elas – a carga flui de uma extremidade para a outra. O fluxo de carga persiste enquanto existir essa diferença. Sem uma diferença de potencial, nenhuma carga fluirá. Para obter um fluxo ininterrupto de carga em um condutor, é preciso que algum arranjo seja providenciado para manter uma diferença de potencial enquanto as cargas fluem de uma extremidade para outra. A situação é análoga ao fluxo de água de um reservatório mais alto para outro mais baixo. A água fluirá através de um tubo que conecta os dois reservatórios apenas enquanto existir um desnível da água nos dois

reservatórios. Da mesma forma que uma corrente de água é um fluxo de moléculas de água, uma **corrente elétrica** nada mais é do que um fluxo de carga elétrica.

Em circuitos formados por fios de metal, são os elétrons que formam a corrente. Isso porque um ou mais elétrons de cada átomo do metal estão livres para se mover através da rede atômica. Esses portadores de carga são chamados de *elétrons de condução*. Os prótons, por outro lado, não se movimentam, pois estão firmemente ligados aos núcleos dos átomos que estão mais ou menos presos a posições fixas. Em fluidos condutores – tais como o líquido usado nas baterias dos carros – entretanto, são íons positivos, bem como elétrons, que constituem o fluxo de carga elétrica. A *taxa* do fluxo elétrico é medida em *amperes*. Um ampere é uma taxa de fluxo igual a 1 coulomb de carga por segundo. Sendo que 1 coulomb de carga, abreviado pela letra maiúscula C, é a carga correspondente a 6,25 bilhões de bilhões de elétrons. Isso poderia parecer que corresponde a um número muito grande de elétrons, mas de fato representa apenas a quantidade de carga que atravessa uma lâmpada comum de 100 watts durante pouco mais de um segundo.

3. FONTES DE TENSÃO ELÉTRICA

As cargas fluem somente quando são “empurradas” ou “impelidas”. Uma corrente sustentada requer um dispositivo de “bombeamento” adequado para fornecer uma diferença de potencial elétrico (ddp). O trabalho realizado por qualquer que seja o dispositivo usado para separar as cargas opostas está disponível nos terminais da bateria ou do gerador. Esses diferentes valores de energia por carga criam uma diferença de potencial. Essa ddp provê uma espécie de “pressão elétrica”, que move os elétrons pelo circuito. A unidade de diferença de potencial elétrico é o *volt*. Uma bateria comum de automóvel fornecerá uma pressão elétrica de 12 volts ao circuito que for conectado a seus terminais. Então 12 joules de energia são fornecidos a cada coulomb que é forçado a fluir pelo circuito ligado a esses dois terminais.

Se carregarmos duas esferas condutoras, uma positivamente e outra negativamente, podemos obter uma grande tensão elétrica entre as esferas. Esta, entretanto, não é uma boa fonte de ddp, pois quando as esferas são conectadas por meio condutor, os potenciais acabam se igualando após um breve fluxo de carga. Ela não é prática. Geradores elétricos e baterias químicas, por outro lado, são fontes de energia em circuitos elétricos e são capazes de sustentar um fluxo constante de carga.

Baterias e geradores elétricos realizam um trabalho para levar cargas negativas para longe das positivas. Nas baterias químicas, esse trabalho é geralmente, mas nem sempre, realizado pela desintegração química do zinco, cobre ou do chumbo em ácido, com a energia armazenada nas ligações químicas sendo convertida em energia potencial elétrica.

Frequentemente existe confusão entre o fluxo de carga *em* um circuito e a

ddp imprimida, ou aplicada *através* do circuito. Podemos distinguir entre essas duas ideias considerando um tubo comprido cheio de água. A água fluirá *no* tubo se existir uma diferença de pressão *através* deste, ou seja, entre suas extremidades. A água flui da extremidade onde a pressão é alta para aquela onde a pressão é baixa. Apenas a água flui, não a pressão. Analogamente, a carga elétrica flui por causa da diferença na “pressão” elétrica (ddp). Dizemos que a carga elétrica flui *em* um circuito porque existe uma tensão elétrica aplicada *através* do circuito. Você não pode dizer que a ddp fluiu através do circuito. A voltagem não vai a lugar algum, pois são as cargas que se movimentam. A ddp produz a corrente (se existe um circuito completo).

4. CIRCUITOS ELÉTRICOS

Qualquer caminho por onde os elétrons possam fluir é chamado de um *circuito elétrico*. Para um fluxo contínuo de elétrons, deve haver um circuito elétrico sem interrupções. Uma chave elétrica, que pode ser ligada e desligada para estabelecer ou cortar o fornecimento de energia, é geralmente usada para implementar interrupções no circuito e

chamada de interruptor. A maior parte dos circuitos possui mais do que um dispositivo que recebe energia elétrica. Esses dispositivos em geral são conectados a um circuito de uma entre duas maneiras possíveis, ou *em série* ou *em paralelo*. Quando conectados em série, eles formam um único caminho para o fluxo de elétrons entre os terminais da bateria ou da tomada da parede (que constitui simplesmente uma extensão desses terminais). Quando conectados em paralelo, eles formam ramos, cada um dos quais é um caminho separado para o fluxo eletrônico. Tanto as conexões em série como em paralelo possuem suas próprias características, que as distinguem.

4.1 CIRCUITOS EM SÉRIE

Um **circuito em série** básico é mostrado na Figura A10. Todos os dispositivos, lâmpadas neste caso, são ligados ponta a ponta, formando um único caminho por onde os elétrons podem fluir. As três lâmpadas estão conectadas em série com a bateria. Quando a chave é fechada, a mesma corrente se estabelece quase que imediatamente nas três lâmpadas, e também na bateria. Quanto maior a corrente em uma lâmpada, mais intensamente ela brilhará. Os elétrons não “se acumulam” em nenhuma lâmpada e sim fluem *através* de cada uma delas – simultaneamente. Alguns elétrons se movem a partir do terminal negativo da bateria, outros se movem em direção ao terminal positivo e outros se movem através do filamento de cada lâmpada.

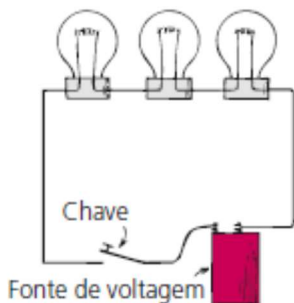
Por fim, os elétrons podem percorrer todo o circuito (a mesma quantidade de corrente também atravessa a bateria). Este é o único caminho disponível para os elétrons no circuito. Uma interrupção em qualquer lugar do circuito resultará em um circuito aberto e na interrupção da corrente. A queima do filamento de qualquer das lâmpadas, ou simplesmente a abertura da chave, causará tal interrupção.

O circuito mostrado na Figura A10 ilustra as seguintes características importantes das conexões em série:

1. A corrente elétrica dispõe de um único caminho através do circuito. Isso significa que a mesma corrente percorre cada um dos dispositivos elétricos do circuito.

2. Essa corrente enfrenta a resistência do primeiro dispositivo, a resistência do segundo e a do terceiro também, de modo que a resistência total do circuito à corrente é a soma das resistências individuais que existem ao longo do circuito.
3. A corrente no circuito é numericamente igual à ddp fornecida pela fonte dividida pela resistência total do circuito.
4. A tensão elétrica suprida pela fonte é igual à soma das “quedas de tensão” individuais em todos os dispositivos. Isso é consistente com o fato de a energia total fornecida ao circuito ser igual à soma das energias fornecidas a cada dispositivo.
5. A queda de tensão em cada dispositivo é proporcional à sua resistência.

Figura A10 – Circuito elétrico em série.



Isso segue do fato de mais energia ser dissipada quando uma corrente atravessa uma grande resistência do que quando passa por uma pequena resistência. É fácil ver qual é a maior desvantagem de um circuito em série: se um dos dispositivos falhar, a corrente deixará de existir no circuito inteiro. Nos dias de outrora, as luzes natalinas eram ligadas em série. Quando uma das lâmpadas queima, é divertido e parecido com um jogo (ou frustrante) tentar encontrá-la para substituição.

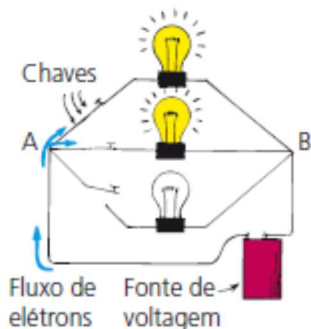
Muitos circuitos são ligados de modo a ser possível operar vários dispositivos elétricos, cada qual independentemente dos demais. Em nossa casa, por exemplo, pode-se ligar ou desligar uma determinada

lâmpada sem afetar com isso o funcionamento das demais lâmpadas ou dispositivos elétricos. Isso porque esses dispositivos estão conectados não em série, mas em paralelo uns com os outros.

4.2 CIRCUITOS EM PARALELO

Um **circuito em paralelo** básico é mostrado na Figura A11. As três lâmpadas estão conectadas em paralelo aos mesmos dois pontos A e B. Os dispositivos elétricos que estão conectados aos mesmos dois pontos de um circuito elétrico são ditos estar *conectados em paralelo*. O caminho para a corrente fluir de um terminal da bateria ao outro estará completo se apenas *uma* das lâmpadas estiver ligada. Nessa ilustração, os ramos do circuito correspondem aos três caminhos separados ligando A a B. Uma interrupção em um desses caminhos não interrompe o fluxo de carga através dos outros caminhos. Cada dispositivo opera independentemente dos outros dispositivos.

Figura A11 – Circuito elétrico em paralelo.



O circuito mostrado na Figura A11 ilustra as principais características das conexões em paralelo:

1. Cada dispositivo conecta os mesmos dois pontos A e B do circuito. A ddp, portanto, é a mesma através de cada dispositivo.
2. A corrente total no circuito se divide entre os vários ramos paralelos.

3. A corrente total no circuito é igual à soma das correntes em seus ramos paralelos.

Esta soma é igual à corrente na bateria ou em outras fontes de tensão elétrica.

4. Quando o número de ramos paralelos aumenta, a resistência total do circuito *diminui*. A resistência total diminui a cada caminho adicionado entre dois pontos quaisquer do circuito. Isso significa que a resistência total do circuito é menor do que a resistência de qualquer um de seus ramos.

5. MAGNETISMO

O termo *magnetismo* provém do nome Magnésia, um distrito costeiro da antiga Tessália, na Grécia, onde pedras incomuns eram encontradas pelos gregos há mais de 2.000 anos. Tais pedras, chamadas de *ímãs naturais*, possuem a propriedade surpreendente de atrair pedaços de ferro. Os ímãs foram primeiro empregados em bússolas e usados para navegação pelos chineses, no século XII. No século XVI, William Gilbert, médico da rainha Elizabeth I, confeccionou ímãs artificiais esfregando pedaços de ferro comum em pedaços de magnetita. Ele também sugeriu que uma bússola sempre se alinhe com a direção norte-sul, porque a Terra possui propriedades de um ímã. Mais tarde, na Inglaterra, em 1750, John Michell, físico e astrônomo inglês, descobriu que os polos magnéticos obedecem à lei do inverso do quadrado da distância, e seus resultados foram confirmados por Charles Coulomb.

Os campos da eletricidade e do magnetismo desenvolveram-se quase que independentemente um do outro até 1820, quando um professor de ciências dinamarquês chamado Christian Oersted descobriu, durante uma demonstração em sala de aula, que uma corrente elétrica afeta uma bússola magnética. Ele viu a evidência que confirmava a existência de uma relação entre o magnetismo e a eletricidade. Logo depois, o físico francês André-Marie Ampère propôs que as correntes elétricas fossem as fontes de todos os fenômenos magnéticos. Descobriu-se que além da *força elétrica*, existe uma força devido ao movimento das partículas carregadas que chamamos de **força**

magnética. A fonte de força magnética é devido ao campo magnético gerado pelo movimento das partículas carregadas, normalmente elétrons.

5.1 POLOS MAGNÉTICOS

As forças que os ímãs exercem entre si são parecidas com as forças elétricas, pois elas também podem atrair ou repelir sem tocar, dependendo de quais extremidades dos ímãs estão mais próximas. Também como as forças elétricas, as intensidades de suas interações dependem da distância de afastamento entre os dois ímãs. Enquanto as cargas elétricas são centrais para as forças elétricas, são as regiões dos ímãs chamadas de polos magnéticos que dão origem às forças magnéticas.

Se você suspender um ímã em barra por um barbante amarrado no centro da barra, obterá uma bússola. Uma das extremidades aponta para o norte e, por isso, é chamada de polo norte magnético, enquanto a outra aponta para o sul e é chamada correspondentemente de polo sul magnético, que chamaremos, mais simplesmente, de polos norte e sul, respectivamente. Qualquer ímã possui tanto um polo norte como um polo sul (embora alguns ímãs possuam mais de um de cada tipo). Os ímãs de refrigerador, muito populares nos últimos anos, possuem atrás tiras estreitas com polos sul e norte que se alternam ao longo do comprimento.

Esses ímãs são suficientemente fortes para segurar folhas de papel contra a porta do refrigerador, mas têm um alcance muito curto em virtude do cancelamento promovido entre os polos norte e sul. Em um ímã em barra simples, um único polo norte e um único polo sul situam-se nas extremidades da barra. Um ímã comum do tipo ferradura é simplesmente uma barra que foi dobrada até adquirir a forma da letra “U”. Seus polos estão também nas duas extremidades.

Quando o polo norte de um ímã é colocado próximo ao polo norte de outro ímã, eles se repelem. O mesmo é verdadeiro para um polo sul próximo a outro polo do mesmo tipo. Mas se dois polos magnéticos opostos forem colocados próximos, aparecerá uma força atrativa entre

eles. Nós verificamos que polos iguais se repelem; polos opostos se atraem.

Essa lei é semelhante à lei das forças entre cargas elétricas, onde cargas de mesmo sinal se repelem, enquanto as de sinais contrários se atraem. Mas existe uma diferença muito importante entre os polos magnéticos e as cargas elétricas. Enquanto estas podem ser encontradas isoladamente, os polos magnéticos não o podem. Os elétrons carregados negativamente e os prótons carregados positivamente são entidades em si mesmas. Um aglomerado de elétrons não precisa estar sempre acompanhado de um aglomerado de prótons e vice-versa. Mas um polo magnético norte jamais existe sem a presença de um polo sul e vice-versa.

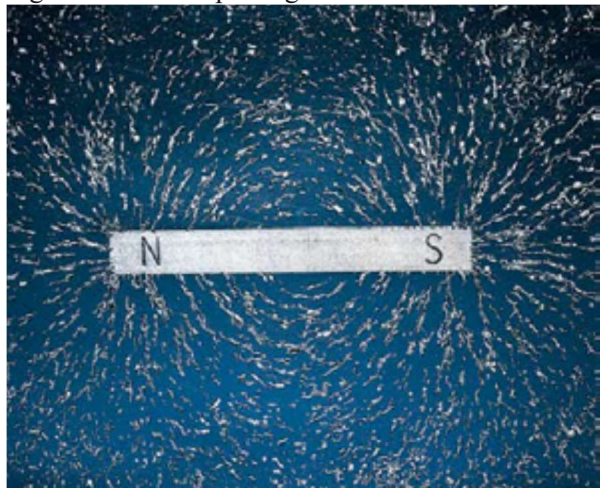
Se você partir em dois um ímã em barra, cada metade ainda se comportará como um ímã completo. Se quebrar esses dois pedaços novamente, obterá quatro ímãs completos. E você pode seguir quebrando esses pedaços pela metade que jamais obterá um único polo magnético que esteja isolado. Mesmo quando o pedaço que você obteve for do tamanho de um único átomo, ainda assim haverá nele dois polos. Isso sugere que os próprios átomos sejam ímãs.

5.2 CAMPOS MAGNÉTICOS

Se você espalhar um pouco de limalha de ferro sobre uma folha de papel colocada por cima de um ímã, verá que os pedaços de limalha se ordenam, traçando o padrão das linhas de campo ao redor do ímã. O espaço que circunda o ímã contém um campo magnético. A forma do campo é revelada pela limalha, cujos pequenos pedaços de ferro se alinham com as linhas do campo magnético, que se espalham a partir de um dos polos e retornam pelo outro.

O sentido do campo no exterior do ímã é do polo norte para o polo sul. Onde as linhas se encontram mais amontoadas, o campo é mais intenso. A concentração dos pedacinhos de limalha nos polos do ímã da Figura A12 mostra que aí é maior a intensidade do campo. Se colocarmos outro ímã ou uma pequena bússola em qualquer lugar dentro daquele campo, seus polos se alinharão com o campo magnético.

Figura A12 – Campo magnético de um ímã.



O magnetismo está intimamente relacionado à eletricidade. Da mesma forma que uma carga elétrica é rodeada por um campo elétrico, a mesma carga estará rodeada por um campo magnético se estiver em movimento. Esse campo magnético se deve às “distorções” causadas no campo elétrico pelo movimento, e foi explicado por Albert Einstein, em 1905, na sua teoria especial da relatividade. Não entraremos em detalhes agora, a não ser para tomar conhecimento de que o campo magnético é uma espécie de subproduto relativístico do campo elétrico. As partículas carregadas em movimento têm associadas consigo tanto um campo elétrico como um magnético.

Um campo magnético é produzido pela movimentação de cargas elétricas. Se o movimento de cargas elétricas produz magnetismo, onde existe tal movimento em um ímã em barra? A resposta é: nos elétrons dos átomos que constituem o ímã em barra. Esses elétrons estão em constante movimentação. Dois tipos de movimento eletrônico contribuem para o magnetismo: spin – que é como se fosse a rotação do elétron em torno de si mesmo – e sua rotação em torno do núcleo. Na

maior parte dos ímãs, é o spin que gera a principal contribuição para o magnetismo.

Cada elétron que gira em torno de si mesmo comporta-se como um pequeno ímã. Um par de elétrons que giram em torno de si mesmos no mesmo sentido geram um campo mais intenso. Já em um par, no entanto, onde os elétrons giram em sentidos opostos em torno de si mesmos, um funciona contra o outro. Os campos magnéticos gerados se anulam. É por isso que a grande maioria das substâncias não são ímãs. Para a maioria dos átomos, os diversos campos se anulam porque os spins dos elétrons são em sentidos opostos. Em materiais como o ferro, o níquel e o cobalto, no entanto, esses campos não se anulam inteiramente. Cada átomo de ferro possui quatro elétrons cujo magnetismo gerado por seus spins não se anula. Cada átomo de ferro, portanto, é um minúsculo ímã. O mesmo é verdadeiro, em menor extensão, para os átomos de níquel e cobalto. A maior parte dos ímãs comuns são, portanto, feitos de ligas que contêm ferro, níquel e cobalto em diversas proporções.

5.3 DOMÍNIOS MAGNÉTICOS

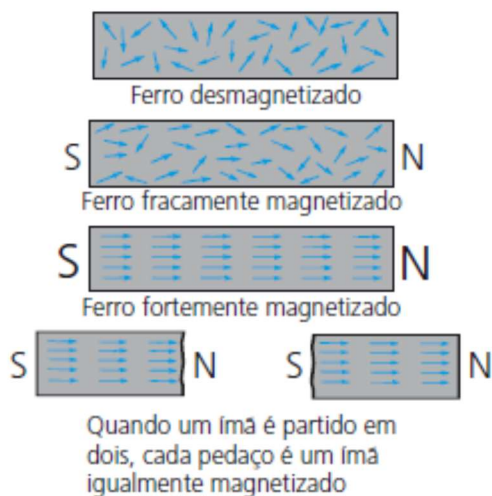
O campo magnético gerado por um átomo de ferro individual é tão intenso que as interações entre átomos vizinhos podem dar origem a grandes aglomerados desses átomos, alinhados uns com os outros. Esses aglomerados de átomos alinhados são chamados de domínios magnéticos. Cada domínio é formado por bilhões de átomos alinhados. Os domínios são microscópicos, e existem muitos deles num cristal de ferro. Da mesma forma como ocorre o alinhamento dos átomos dentro de um mesmo domínio, os próprios domínios podem se alinhar uns com os outros.

Nem todo pedaço de ferro, entretanto, é um ímã. Isso se deve ao fato de que, no ferro ordinário, os domínios não estão alinhados entre si. Considere um prego comum de ferro: os domínios que existem nele estão orientados aleatoriamente. No entanto, muitos deles podem ser induzidos ao alinhamento quando um ímã é colocado próximo. (É

interessante escutar os estalidos produzidos pelos domínios quando estão sendo alinhados pelo campo de um ímã forte localizado próximo.)

Os domínios se alinham da forma análoga ao alinhamento das cargas elétricas de um pedaço de papel na presença de um bastão eletrizado próximo. Quando se afasta o prego do ímã, a agitação térmica ordinária faz com que cada vez mais domínios do prego retornem ao arranjo aleatório original. Se o campo do ímã permanente usado for muito intenso, entretanto, o prego pode manter alguma magnetização permanente depois de ser separado do ímã.

Figura A13 – Domínios magnéticos de uma barra de ferro.



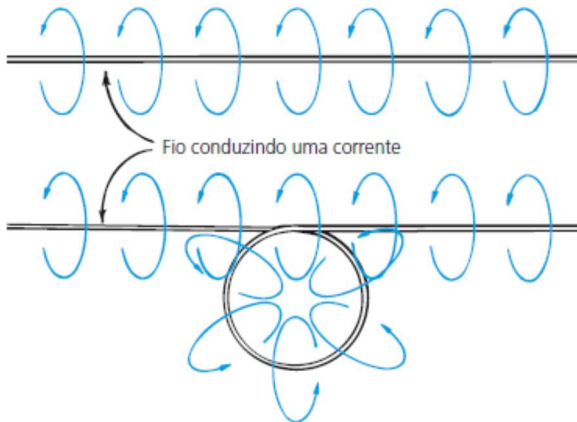
Os ímãs permanentes podem ser fabricados simplesmente colocando-se pedaços de ferro, ou de determinadas ligas de ferro, em um campo magnético intenso. As ligas de ferro diferem; o ferro-doce é mais fácil de magnetizar do que o aço. Isso é facilitado dando-se pancadas leves no objeto, para “cutucar” aqueles domínios mais refratários e os forçar a se alinharem com o campo aplicado. Outra maneira de fabricar um ímã permanente é esfregando um pedaço de ferro em um ímã permanente. O movimento de esfregar acaba alinhando

os domínios existentes no pedaço de ferro. Se um ímã permanente cair no chão ou for aquecido, alguns desses domínios serão chacoalhados, podendo sair do alinhamento com os demais, e com isso, o ímã enfraquece.

5.4 CORRENTES ELÉTRICAS E CAMPOS MAGNÉTICOS

Uma vez que o movimento de uma carga produz um campo magnético, segue que uma corrente de cargas também produz um campo desse tipo. O campo magnético que circunda um condutor por onde flui uma corrente pode ser visualizado com um arranjo de bússolas ao redor de um fio condutor. Quando uma corrente atravessa o condutor, as bússolas alinham-se com o campo magnético gerado e revelam um padrão de círculos concêntricos ao redor do fio. Quando se troca o sentido da corrente, as agulhas das bússolas giram até se inverterm, o que mostra que o sentido do campo magnético também se inverteu. Esse é o efeito que Oersted demonstrou pela primeira vez em sua sala de aula.

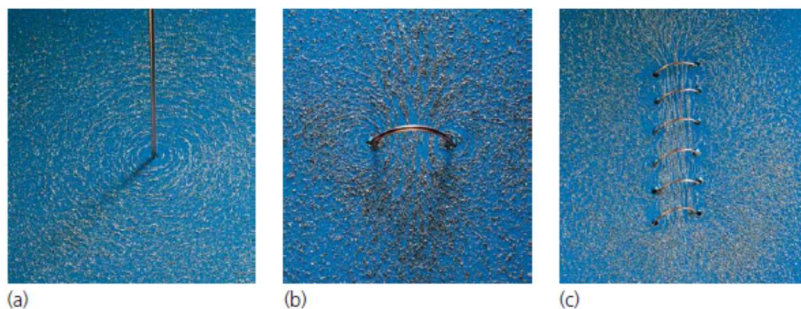
Figura A14 – As linhas do campo magnético ao redor de um fio percorrido por uma corrente se agrupam num feixe, quando o fio é curvado formando uma espira.



Se o fio for encurvado, formando uma espira, as linhas do campo magnético se agruparão formando um feixe na região interior à espira (Figura A14). Se o fio for curvado formando outra espira, superposta à primeira, a concentração das linhas de campo magnético no interior das espiras é duplicada. Segue que a intensidade do campo magnético nesta região aumenta com o crescimento do número de espiras.

A intensidade do campo magnético é considerável para uma bobina condutora formada por muitas espiras. A Figura A15 ilustra a intensidade da concentração de campo magnético para múltiplas espiras pelas quais circula uma corrente. Essas espiras constituem uma bobina, também conhecida como um solenoide. O campo total no interior do solenoide é a soma dos campos devido a todas as correntes nas espiras.

Figura A15 – A limalha de ferro espalhada sobre uma folha de papel revela a configuração do campo magnético em torno de (a) um fio reto, (b) uma espira e (c) uma bobina de espiras, quando todos estão conduzindo uma corrente elétrica.



5.5 ELETROÍMAS

Uma bobina conduzindo uma corrente elétrica constitui um **eletroímã**. A intensidade de um eletroímã pode ser aumentada simplesmente aumentando-se a corrente que flui pelo dispositivo e o número de espirais em torno do núcleo. Eletroímãs industriais têm suas intensidades reforçadas pela introdução de um núcleo de ferro no

interior da bobina. Ímãs suficientemente potentes para erguer automóveis são de uso comum em depósitos de ferro-velho. Os domínios magnéticos do ferro do núcleo são forçados a se alinharem com o campo magnético da bobina, reforçando a intensidade do campo.

Os eletroímãs não precisam ter núcleos de ferro. Em eletroímãs extremamente fortes, como os que são usados para controlar feixes de partículas carregadas em aceleradores de alta energia, não se usa o ferro como núcleo porque, além de um determinado ponto, todos os seus domínios estão alinhados e nenhum reforço do campo se consegue daí em diante. Diz-se que um ímã está saturado, e aumentar a corrente que flui ao redor do núcleo não mais afeta sua magnetização e não produz aumento da intensidade do campo.

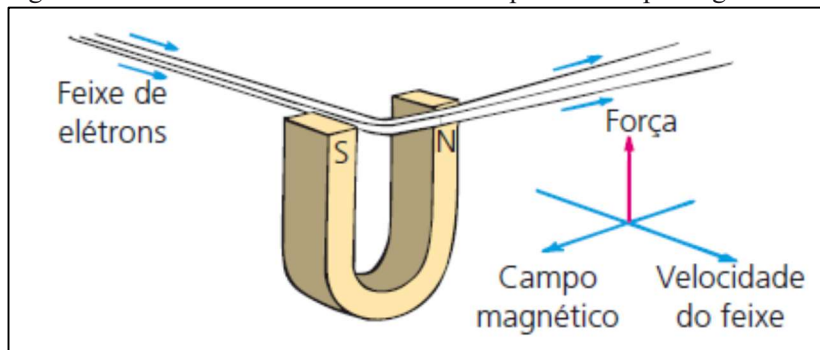
5.6 FORÇA MAGNÉTICA

Entre ímãs, é a atração entre polos magnéticos diferentes e a repulsão entre polos iguais, como visto em parágrafos anteriores. Mas, falaremos ainda sobre a força magnética sobre partículas carregadas em movimento e a força magnética sobre fios percorridos por corrente.

5.7 SOBRE PARTÍCULAS CARREGADAS EM MOVIMENTO

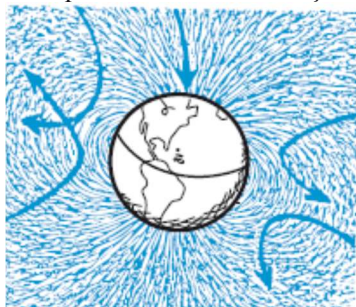
Uma partícula carregada e em repouso não interage com um campo magnético estático. Mas se esta partícula se mover em um campo magnético, o caráter magnético de uma carga em movimento se manifesta. Ela experimentará uma força que a desvia. A força atinge um valor máximo quando a partícula está se movendo perpendicularmente às linhas do campo magnético. Em outros ângulos, a força é menor, tornando-se nula quando as partículas se moverem paralelamente às linhas de campo. Em qualquer caso, a direção da força será sempre perpendicular às linhas do campo magnético e à velocidade da partícula carregada (Figura A16). Portanto, uma carga que esteja se movimentando será desviada ao atravessar um campo magnético, a menos que se desloque paralelamente ao campo, quando não ocorre desvio algum.

Figura A16 – Um feixe de elétrons desviado por um campo magnético.



A força que causa o desvio lateral da carga é muito diferente das forças relacionadas a outras interações, como as forças gravitacionais entre massas, as forças elétricas entre cargas e as forças magnéticas entre polos magnéticos. A força que atua sobre uma partícula carregada que se movimenta não atua ao longo da linha que passa pela partícula e a fonte do campo, mas, em vez disso, atua perpendicularmente tanto ao campo magnético como ao feixe de elétrons somos afortunados pelo fato de que partículas carregadas são desviadas por campos magnéticos.

Figura A17 – O campo magnético da Terra desvia muitas das partículas carregadas que constituem a radiação cósmica.



As partículas carregadas dos raios cósmicos são desviadas pelo campo magnético terrestre. Embora a atmosfera da Terra absorva a maior parte deles, a intensidade dos raios cósmicos na superfície do planeta seria muito maior na ausência do campo magnético terrestre protetor (Figura A17).

5.8 SOBRE FIOS PERCORRIDOS POR CORRENTE

A lógica básica nos diz que se uma partícula carregada que se move em um campo magnético experimenta uma força defletora, então uma corrente de partículas carregadas deve experimentar uma força defletora quando estiver na presença de um campo magnético. Se as partículas estiverem presas no interior do fio enquanto experimentam essa força, então o próprio fio, como um todo, sofrerá a ação de uma força. Se invertermos o sentido da corrente, a força defletora passará a atuar em sentido contrário. A força é mais intensa quando a corrente é perpendicular às linhas do campo magnético. A direção da força não está ao longo das linhas de campo, nem ao longo da direção da corrente. A força é perpendicular tanto às linhas do campo como à corrente. Ela atua lateralmente.

Vemos que, da mesma forma que um fio conduzindo uma corrente desvia a agulha de uma bússola (como foi descoberto por Oersted), um ímã também desviará um fio conduzindo uma corrente. A descoberta dessas conexões complementares entre a eletricidade e o magnetismo gerou grande excitação, e quase que imediatamente as pessoas começaram a utilizar a força magnética com fins práticos – melhorar a sensibilidade dos medidores elétricos e aumentar a força produzida por motores elétricos.

ANEXO B

O ensino de Física na área de Ciências Naturais no Ensino Fundamental I e Ensino Fundamental II segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais

O ENSINO DE FÍSICA NA ÁREA DE CIÊNCIAS NATURAIS NO ENSINO FUNDAMENTAL I E ENSINO FUNDAMENTAL II SEGUNDO OS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS

EMERSON AVELINO MEDEIROS* MARCIO RODRIGO LOOS†

Universidade Federal de Santa Catarina, CEP: 89036-256, Blumenau, Brasil

Resumo

O presente trabalho tem por objetivo verificar e relatar o que os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) sugerem a respeito de temas de Física nos Ensino Fundamental I e II na área de Ciências Naturais e comparar com o que os livros didáticos de Ciências analisados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2016 e 2017 trazem a respeito. A comparação mostra que, apesar de conteúdos de Física serem contemplados nos PCNs desde os primeiros anos do Ensino Fundamental I, poucos destes conteúdos são abrangidos nos livros didáticos. Há, portanto, um déficit entre o conhecimento que se espera que os alunos adquiram e o conhecimento ofertado em livros didáticos. Esta desproporção pode ser um dos responsáveis pelo desinteresse e dificuldade dos alunos em aprender Física no Ensino Médio.

Palavras-chave: Ensino de Física. Ensino Fundamental. Livros didáticos. Recursos Educacionais.

*emer.medeiros@gmail.com

†marcio.loos@ufsc.br

Abstract

The present study aims to verify and report what the National Curricular Parameters (PCNs) suggest regarding Physics subjects in Elementary School and Junior High School in the area of Natural Sciences and compare with what the textbooks of Sciences analyzed by the National Program Of the Didactic Book (PNLD) 2016 and 2017 relate about this. The comparison shows that, although physics content has been contemplated in PCNs since the first years of elementary school, few of these contents are covered in textbooks. There is, therefore, a gap between the knowledge that students are expected to acquire and the knowledge offered in textbooks. This disproportion may be one of the responsible for students' lack of interest and difficulty in learning Physics in High School.

Keywords: Physics Teaching, Elementary School, Textbooks, Educational Resources.

1 Introdução

Desde o ano 2000, o PISA¹ (Programa Internacional de Avaliação de Alunos) realiza um estudo internacional trienal que tem como objetivo avaliar os sistemas de ensino em todo mundo, testando habilidades e conhecimentos dos alunos de 15 anos, idade escolar de início do Ensino Médio, sobre leitura, matemática e ciência. O último relatório divulgado do programa, com dados de 2015 (RESULTS FROM PISA 2015: BRASIL – Country Note) revela índices preocupantes sobre o desempenho em Ciências:

No Brasil, menos de 1% dos jovens do sexo masculino estão entre os alunos com rendimento mais elevado no PISA em ciências (aqueles com pontuação no nível de proficiência 5 ou superior). Entre os países da OCDE, esta proporção corresponde a 8.9% dos jovens do sexo masculino. Apenas 0,5% do grupo feminino no Brasil alcançou este mesmo nível de desempenho. Entre os países da OCDE, 6,5% das meninas se destacaram neste nível elevado de proficiência.

O relatório anterior do programa, com dados de 2012 (PISA 2012 Results: BRAZIL – Country Note, tradução nossa) já trazia dados muito ruins em Ciências:

- 61% dos alunos no Brasil têm fraco aproveitamento em Ciências, o que significa que, na melhor das hipóteses, eles podem apresentar explicações científicas que são óbvias e seguem explicitamente evidências fornecidas.

¹PISA – Sigla em inglês que significa Programme for International Student Assessment.

- Muito poucos alunos (0,3%) no Brasil têm alto desempenho em Ciências, ou seja, que podem identificar, explicitar e aplicar o conhecimento científico e o conhecimento sobre ciência em uma variedade de situações complexas da vida.

Segundo o documento preparado pela Fundação Santilana² (Brasil no PISA 2015: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros) o programa PISA em Ciências avalia o desempenho em três competências requeridas no letramento científico: 1 – Explicar fenômenos cientificamente; 2 – Avaliar e planejar investigações científicas; 3 – Interpretar dados e evidências cientificamente. Para apresentarem essas competências três tipos de conhecimento científico são necessários para os estudantes: O conhecimento de conteúdo com base nos principais campos da Física, Química, Biologia, ciências da Terra e do espaço; conhecimento procedimental de métodos e práticas utilizadas para gerar explicações sobre o mundo material; e conhecimento epistemológico que define as características para o processo de construção do conhecimento científico (hipóteses, teoria, fato e observação).

O conteúdo de avaliação do PISA não foi expressamente concebido para avaliar o que os alunos aprenderam no ano anterior, mas de forma mais ampla para avaliar o resultado cumulativo de aprendizagem na escola até os 16 anos. Em outras palavras, os resultados do PISA refletem o nível de conhecimento dos alunos adquirido em todo o Ensino Fundamental.

O ensino de Ciências Naturais até o ano de 1961 era ministrado apenas nas duas últimas séries do curso ginásio, o que equivale atualmente ao 8º e 9º ano do Ensino Fundamental. A partir daquele ano, com a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases nº 4024/61 o ensino de Ciências passou a ser ensinado em todos as quatro séries ginásiais e em 1971 passou a ser obrigatório de 1ª à 8ª série do até então primeiro grau e hoje Ensino Fundamental.

Com o passar dos anos, além das alterações relativas ao início do período em que se ensinaria Ciências, foram discutidos e repensados os temas abordados e a maneira como os professores deveriam ministrar as aulas. E com o intuito de nortear os currículos e seus conteúdos mínimos, bem como orientar as ações educativas do ensino obrigatório, foram elaborados os PCNs. INTRODUÇÃO AOS PCNs (1997, p.26), deixa claro do que tratam os parâmetros:

Têm como função subsidiar a elaboração ou a revisão curricular dos Estados e Municípios, dialogando com as propostas e experiências já existentes, incentivando a discussão pedagógica interna das escolas e a elaboração de projetos educativos, assim como servir de material de reflexão para a prática de professores.

Face ao resultado do PISA de 2015 surge o seguinte questionamento: *Há um déficit de temas que abordam a Física já nos primeiros anos do Ensino Fundamental que possa ser uma potencial contribuição para o baixo índice de alto desempenho na área científica ao chegar no Ensino Médio?* HARLEN (1989, P. 35-36) fala sobre essa consequência do estudo tardio.

As crianças constroem ideias sobre o mundo que as rodeia, independentemente de estarem estudando ou não ciências na escola. As ideias por elas desenvolvidas não apresentam um

²Entidade que visa contribuir para o fomento da qualidade da Educação e da Cultura, com ações que beneficiam alunos, professores, gestores e instituições educativas públicas e privadas.

enfoque científico de exploração do mundo e, podem, inclusive, obstaculizar a aprendizagem em ciências nos graus subsequentes de sua escolarização. Assim, se os assuntos de ciência não forem ensinados às crianças, a escola estará contribuindo para que elas fiquem apenas com seus próprios pensamentos sobre o mesmo, dificultando a troca de pontos de vista com outras pessoas.

As análises dos resultados obtidos pelos países que participaram do teste PISA feitas pela OECD³ (Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico) apontam como possíveis causas para baixos índices de alto desempenho e altos índices de baixo desempenho, dentre outras, a falta de recursos educacionais escolares de alta qualidade. Nesse contexto encontram-se tanto os livros didáticos como os próprios docentes. “Professores são o recurso mais valioso disponível nas escolas, e alunos com baixo desempenho precisam de professores qualificados para ajudá-los a melhorar” OECD (2016, p.160, tradução nossa).

Este artigo aborda uma investigação sobre o que os PCNs trazem a respeito do ensino de Física, dentro da área de Ciências Naturais no Ensino Fundamental I (Anos Iniciais – 1º ao 5º ano) e no Ensino Fundamental II (Anos Finais – 6º ao 9º ano). Além disso, traz uma análise do Guia de Livros Didáticos PNLD 2016⁴ – Ensino Fundamental Anos Iniciais e Guia de Livros Didáticos PNLD 2017 – Ensino Fundamental Anos Finais sobre a correspondência com as indicações feitas pelos PCNs e também uma apreciação das ementas dos cursos de formação de professores de Pedagogia e Ciências Biológicas de doze universidades públicas brasileiras. Com base nestas análises foi possível identificar a relação entre os temas previstos nos PCNs a respeito de Física na área de Ciência Naturais e os efetivamente contemplados nos livros didáticos e verificar se os professores estão sendo preparados na graduação para contribuírem na obtenção de um bom desempenho dos alunos no que se refere a conceitos de Física no Ensino Fundamental.

2 OS PCNs E A FÍSICA

Através da análise inicial, verifica-se que a Física está presente no PCN tanto nos objetivos gerais de Ciências Naturais para o Ensino Fundamental como nos específicos, como mostram os trechos a seguir retirados do próprio documento:

Objetivo Geral de Ciências Naturais (entre outros) – “Saber utilizar conceitos científicos básicos, associados a energia, matéria, transformação, espaço, tempo, sistema, equilíbrio e vida” PCN – Ciências Naturais (1997, p. 31);

Objetivo de Ciências Naturais para o primeiro ciclo⁵ (entre outros) – “Realizar experimentos simples sobre os materiais e objetos do ambiente para investigar características e propriedades dos materiais e de

³Em Inglês Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) é uma organização internacional que procura fornecer uma plataforma para comparar políticas econômicas, solucionar problemas comuns e coordenar políticas domésticas e internacionais.

⁴PNLD 2016 – Programa Nacional do Livro Didático. Guia do MEC cuja a função é orientar o professor para a escolha do livro didático que será adquirido pelas escolas para ser utilizado com os alunos e alunas.

⁵Primeiro ciclo corresponde aos 1º, 2º e 3º ano do Ensino Fundamental I.

algumas formas de energia” PCN – Ciências Naturais (1997, p. 47).

Objetivo de Ciências Naturais para o segundo ciclo⁶ (entre outros) – “Identificar diferentes manifestações de energia – luz, calor, eletricidade e som – e conhecer alguns processos de transformação de energia na natureza e por meio de recursos tecnológicos” PCN – Ciências Naturais (1997, p. 58).

Objetivo de Ciências Naturais para o terceiro ciclo⁷ (entre outros) – “Caracterizar os movimentos visíveis de corpos celestes no horizonte e seu papel na orientação espaço-temporal hoje e no passado da humanidade” e “Identificar diferentes tecnologias que permitem as transformações de materiais e de energia necessárias a atividades humanas essenciais hoje e no passado” PCN – Ciências Naturais (1998, p. 61).

Objetivo de Ciências Naturais para o quarto ciclo⁸ (entre outros) – “Compreender como as teorias geocêntricas e heliocêntrica explicam os movimentos dos corpos celestes, relacionando esses movimentos a dados de observação e à importância histórica dessas diferentes visões” PCN – Ciências Naturais (1998, p. 90).

Evidencia-se assim, que a Física deve estar presente no Ensino Fundamental para que se atendam os próprios objetivos da área de Ciências Naturais dispostos no documento.

Ao descrever a importância da Ciência do entendimento dos recursos tecnológicos que o homem utiliza para intervir na natureza e as consequências para o planeta, O PCN indica também exemplos de conceitos físicos para o estudo e compreensão dessas tecnologias, como o de semicondutores que propicia a compreensão da informática; e a termodinâmica, a eletrodinâmica e a física quântica para entender as tecnologias de produção industrial. Conceitos de eletricidade, de luz como onda e partícula, de propriedades ópticas, magnéticas e elétricas dos materiais também são apresentados como agentes para associar Ciência e Tecnologia.

Uma grande parte de conteúdos teóricos de Ciências Naturais possui significados particulares ou comuns entre disciplinas como Física, Química, Biologia, etc. e para que se tivesse uma conceitualização geral e interdisciplinar a respeito dos temas, adotou-se nos PCNs como sugestão conjuntos de conceitos centrais chamados blocos temáticos ou eixos para serem trabalhados com os alunos, são eles: Ambiente; Ser humano e saúde; Recursos tecnológicos; e Terra e Universo.

O primeiro ciclo traz uma primeira aproximação da Física apenas nos eixos Ambiente e Recursos tecnológicos com conceitos como ar, água, luz e calor e propriedades físicas como condução de energia elétrica e de calor. Recomenda-se ainda, no documento, fazer essa abordagem com experimentos simples e relatórios a base de desenhos e representações.

No segundo ciclo, para o bloco Ambiente, o PCN traz como sugestão, entre outros, conceitos físicos a respeito de fontes e transformações de energia, calor, ar, luz, dinâmica terrestre (para explicar vulcões e terremotos) e o surgimento do homem na Terra. No bloco Ser humano e saúde a Física aparece com conceitos de temperatura, pressão e equilíbrio dinâmico (considerado esse o estado de saúde do ser humano). Já no bloco chamado Recursos tecnológicos, destaca-se eletroeletrônica, magnetismo, acústica, elétrica, óptica e mecânica com conceitos que reúnem estudos sobre matéria, energia, espaço e tempo.

O bloco Terra e Universo, é abordado somente a partir do terceiro ciclo, onde a Física está muito

⁶Segundo ciclo corresponde aos 3º e 4º ano do Ensino Fundamental I.

⁷Terceiro ciclo corresponde aos 6º e 7º ano do Ensino Fundamental II.

⁸Quarto ciclo corresponde aos 8º e 9º ano do Ensino Fundamental II.

presente com conceitos de astronomia, como por exemplo modelos teóricos do Sistema Solar, fases da Lua, dimensões dos planetas, suas formas, composição e localização, movimentos dos planetas, gravidade, modelo de criação do universo, distâncias astronômicas, estações do ano e organizações do tempo. Ainda nesse bloco, fala-se sobre a dinâmica das placas tectônicas que originam o distanciamento entre os continentes, vulcões e terremotos. O bloco ambiente passa a ser chamado Vida e Ambiente e no terceiro ciclo mais uma vez apresenta a Física quando propõe assuntos como calor e transformações de energia, no entanto todos os outros blocos podem fazer conexão com este, uma vez que se amplie a abordagem dos demais blocos e se fale de consequências ambientais. O mesmo acontece com o bloco Ser humano e saúde.

O eixo Recursos Tecnológicos no terceiro ciclo é chamado Tecnologia e Sociedade onde são sugeridos os mesmos temas de Física do segundo ciclo, eletroeletrônica, magnetismo, acústica, elétrica, óptica e mecânica com conceitos que reúnem estudos sobre matéria, calor, luz e energia, porém todos com uma abordagem diferente e com a simplicidade compatível à idade dos alunos.

Já no quarto ciclo e no bloco Terra e Universo recomenda-se novamente assuntos de astronomia como distâncias entre corpos celestes, força de gravidade, origem do universo, constelações, estações do ano, dia e noite, fenômenos das marés e principalmente aspectos históricos dos modelos geocêntrico e heliocêntrico do Sistema Solar. Sugere-se também que com o estudo de eclipses possa-se aprofundar ideias de luz, projeção de sombras, distâncias e intensidade luminosa, possibilidade de visão, produção, absorção e reflexão de luz.

No eixo temático Vida e Ambiente do quarto ciclo, são indicados assuntos de Física sobre água, luz e calor e no bloco Tecnologia e Sociedade sobre formas de geração de energia.

3 O PNLD E A FÍSICA

O PNLD é um programa nacional que orienta o professor através da avaliação de livros e divulgação de um guia que nada mais é do que o resultado dessas avaliações. O guia, preparado por especialistas de várias universidades, disponibiliza descrições detalhadas das obras, conteúdos abordados e orientações pedagógicas. O PNLD 2016 – Ciências – Anos iniciais avaliou vinte e nove coleções de livros, sendo 16 coleções voltadas para o 2º e 3º anos e 13 para o 4º e 5º ano. O PNLD 2017 – Ciências – Anos finais avaliou treze coleções de livros voltadas para o 6º, 7º, 8º e 9º ano. Através da descrição detalhada das obras contida no guia foi possível verificar com que frequência temas relacionados à Física aparecem nesses livros e comparar com o que sugere os PCNs.

As figuras 1 e 2 apresentam os temas de Física encontrados nas coleções do 2º e 3º, e 4º e 5º ano do Ensino Fundamental, ou seja, do primeiro e segundo ciclo e as suas frequências no PNLD 2016. Em verde estão representados os temas que foram encontrados nos livros e que são também sugeridos no PCN nos respectivos ciclos e em amarelo estão os demais temas de Física que aparecem nas coleções de livros do PNLD 2016.

A figura 3 apresenta os temas de Física encontrados nas coleções do 6º ano do Ensino Fundamental, ou seja, do terceiro ciclo, e a frequência no PNLD 2017. Em verde estão representados os temas que são sugeridos no PCN no respectivo ciclo e em amarelo estão os demais temas de Física encontrados

Figura 1: Análise comparativa entre PCN e PNLD 2016 – 1º Ciclo. Em verde, os temas sugeridos no PCN e em amarelo os temas de Física presentes nos livros mas que não havia indicação no PCN.

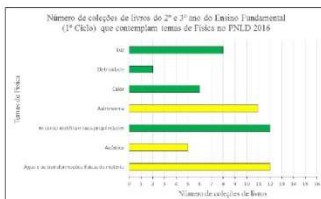
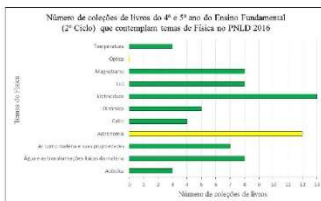


Figura 2: Análise comparativa entre PCN e PNLD 2016 – 2º Ciclo. Em verde, os temas sugeridos no PCN e em amarelo os temas de Física presentes nos livros mas que não havia indicação no PCN.



nas coleções de livros analisados no PNLD 2017. O 3º ciclo é composto pelo 6º e 7º ano do Ensino Fundamental, no entanto, os dados abaixo só apresentam os números referentes ao 6º ano porque nenhuma coleção entre as 13 analisadas no PNLD 2017 apresentou assuntos relacionados à disciplina de Física no livro do 7º ano.

A figura 4 apresenta os temas de Física encontrados nas coleções do 9º ano do Ensino Fundamental, ou seja, do quarto ciclo, e a frequência no PNLD 2017. Em verde estão representados os temas que são sugeridos no PCN no respectivo ciclo e em amarelo são demais temas de Física das coleções de livros. O 4º ciclo é composto pelo 8º e 9º ano do Ensino Fundamental, no entanto, os dados abaixo só apresentam os números referentes ao 9º ano porque somente uma coleção entre as 13 analisadas no PNLD 2017 apresentou temas relacionados à disciplina de Física, que nesse caso foram som, temperatura e luz, no livro do 8º ano.

A análise dos PNLD mostra que há, em geral, uma priorização de conteúdos de Biologia e Saúde, com menor ênfase em tópicos de Física. Além disso, alguns tópicos como eletromagnetismo e acústica, são

Figura 3: Análise comparativa entre PCN e PNLD 2017 – 3º Ciclo. Em verde, os temas sugeridos no PCN e em amarelo os temas de Física presentes nos livros mas que não havia indicação no PCN.

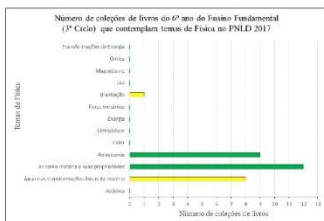
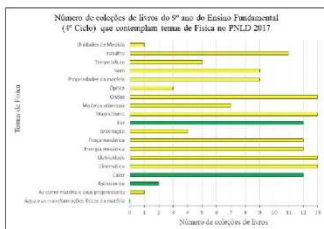


Figura 4: Análise comparativa entre PCN e PNLD 2017 – 4º Ciclo. Em verde, os temas sugeridos no PCN e em amarelo os temas de Física presentes nos livros mas que não havia indicação no PCN.



apenas uma introdução aos conceitos. Os resultados obtidos evidenciam a dissonância entre PCN e livros didáticos e revelam a necessidade de uma atitude nesse sentido.

4 OS PROFESSORES E A FÍSICA

E se os livros de Física contemplassem totalmente os temas de Física em consonância com os PCN's? Será que os professores estariam preparados para ensinar Física no Ensino Fundamental e oferecer do ponto de vista conceitual um ensino de alta qualidade?

Foram examinadas seis ementas do curso de Pedagogia, graduação esta que forma professores de 1º ao 5º ano, e seis do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas – que forma professores de Ciências de 6º a 9º ano – todas de universidades públicas brasileiras que obtiveram nota 5 no ENADE⁹ (Exame Nacional de Desempenho de Estudantes).

Pôde-se observar que as ementas de Pedagogia pesquisadas apresentaram uma ou no máximo duas disciplinas que tratam de ciências, porém abordam com muito mais ênfase o quesito didático (como ensinar) do que o campo conceitual (o que ensinar). Além disso, no que diz respeito a conceitos de Física abrange-se somente a Astronomia. Entre as 6 ementas, 2 continham disciplinas que objetivavam-se, entre outras coisas, a analisar os conteúdos que são propostos no PCN.

Com relação as ementas do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, 5 das 6 pesquisadas apresentaram duas disciplinas que em geral abordam mecânica, óptica, termodinâmica e eletricidade. Uma delas também contém ondulatória e outra, Física Moderna. Somente uma ementa apresentou apenas uma disciplina que trata de Física. E essa aborda somente conceitos de mecânica. Vale destacar que esses assuntos todos são vistos em cadeiras com carga horária entre 60 e 80 horas e algumas ainda dividem esse tempo para abordagens da parte didática.

5 CONCLUSÃO

Os PCNs dentro da área de Ciências Naturais propõem inúmeros conteúdos de Física, tanto no Ensino Fundamental I quanto no Ensino Fundamental II. Em geral, são os mesmos estudados no Ensino Médio, porém inseridos em temas (eixos) interdisciplinares, para que trabalhos de forma diferenciada abranjam mais disciplinas e se adequem tanto aos alunos quanto aos professores dos anos iniciais.

De acordo com as sugestões dos PCNs, os assuntos de Física ocupam lugares importantes do aprendizado dos alunos, principalmente no que diz respeito ao funcionamento de recursos tecnológicos e ao comportamento da natureza. No entanto, ao analisar as descrições detalhadas dos livros de Ciências no PNLD notou-se uma concentração muito mais abrangente de assuntos de Biologia.

Assuntos de Astronomia se destacaram pois, com exceção dos livros do 7º ano, estavam presentes em todos os demais livros analisados, inclusive naqueles referentes ao 2º ciclo, ao contrário do que sugere o

⁹O Enade é um exame nacional cujo objetivo é avaliar o desempenho dos estudantes com relação aos conteúdos programáticos previstos nas diretrizes curriculares dos cursos de graduação, o desenvolvimento de competências e habilidades necessárias ao aprofundamento da formação geral e profissional, e o nível de atualização dos estudantes com relação à realidade brasileira e mundial.

PCN onde o tema Terra e Universo é tratado somente a partir do 6º ano. Outro fato interessante é que há poucas propostas experimentais para o ensino de Física nos trinta e sete livros analisados no PNLD 2016.

Evidencia-se que não faltam orientações dos PCNs sobre conceitos de Física na área de Ciências Naturais para o Ensino Fundamental, no entanto há uma distância grande ainda entre essas sugestões e o que se encontra nos livros didáticos. Além disso, observa-se que a graduação de professores de Pedagogia não tem fornecido subsídios suficientes para o ensino de Física e a de professores de Ciências Biológicas é, em geral, completa no que se refere aos temas abordados mas, superficial se considerado o tempo que se destinou para o estudo das cadeiras que envolvem a Física.

Enfim, verifica-se a necessidade de se elaborar um material didático-científico que auxilie os professores do Ensino Fundamental a ensinar Física dentro da área de Ciências e que contemple as indicações do PCN, uma vez que nota-se uma forte indicação de assuntos de Física nos Parâmetros, uma dissonância com os livros didáticos atuais avaliados nos últimos resultados do PNLD e uma fraca abordagem desses assuntos na graduação de professores responsáveis por ensinar Ciências no Ensino Fundamental. Tal material poderia contribuir assim, para reduzir resultados ruins de desempenho em Ciências além de melhor preparar os estudantes para a disciplina de Física no Ensino Médio provocando maior interesse e mais facilidade em aprender.

Referências

- [1] BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- [2] OECD, Results from PISA 2015: BRAZIL – Country Note, PISA, OECD Publishing. 2016. Disponível em <https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Brazil.pdf>. [24/03/2017].
- [3] OECD, PISA 2012 Results: BRAZIL – Country Note, PISA, OECD Publishing. Disponível em <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-brazil.pdf> [24/03/2017].
- [4] OECD, Brasil no PISA 2015: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros / OCDE-Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. São Paulo : Fundação Santillana, 2016.
- [5] HARLEN, W. Enseñanza y aprendizaje de las ciencias. 2ª ed., Madrid: Morata, 1994.
- [6] BRASIL, Guia de livros didáticos: PNLD 2016: Ciências: Ensino Fundamental anos iniciais. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2015.
- [7] BRASIL, Guia de livros didáticos: PNLD 2017: Ciências: Ensino Fundamental anos finais. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2016.
- [8] BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

- [9] BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- [10] OECD (2016), Low-Performing Students: Why They Fall Behind and How to Help Them Succeed, PISA, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264250246-en>.