



UFU - Universidade Federal de Uberlândia
Física Licenciatura - INFIS

Marco Antonio Floriano Rodrigues

**ELETRICIDADE NO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA PROPOSTA
INVESTIGATIVA**

UBERLÂNDIA-MG
2016

Marco Antonio Floriano Rodrigues

**ENSINO DE ELETRICIDADE NO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA
PROPOSTA INVESTIGATIVA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Física Licenciatura da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para conclusão do curso.

Orientador(a): Profa. Dra. Alessandra Riposati Arantes

**UBERLÂNDIA-MG
2016**

AGRADECIMENTOS

Acredito que esta seja uma das partes mais importante, pois é hora de reconhecer as pessoas que contribuíram e sem elas creio que este trabalho teria terminado nos primeiros obstáculos. Diante disso, quero manifestar o meu sentimento de gratidão a estas pessoas por todas as contribuições que me prestaram, seja com palavras, incentivos, conforto, motivação, dicas ou até mesmo com um simples gesto me fazendo entender que eu iria conseguir, então é hora de dizer “muito obrigado”.

Em primeiro lugar é claro quero agradecer a Deus, pois ele é o único que sabe exatamente como foi árdua a caminhada e sempre esteve ao meu lado, me dando exatamente aquilo que eu pedia: força, paciência e saúde. Mas, todo trabalho possui um objetivo e o meu objetivo se chama “Família”. Agradeço à minha família pois vocês são a razão de tudo. Muito obrigado meu pai, Itamar Rodrigues, minha mãe, Ednea F. Rodrigues e meu irmão, Daniel F. Rodrigues. Sem vocês nada disso teria sentido, meus heróis.

Agradeço também à minha orientadora, Dra. Alessandra Riposati Arantes, principalmente pela paciência, dedicação e confiança que depositou em mim. Quando no começo achei que fosse desistir, você chamou à responsabilidade e fez tudo que estava ao seu alcance e diante disso, só fez aumentar mais ainda meu respeito e admiração pela excelente profissional que é.

Não posso deixar de agradecer a todos os funcionários do CCAU que abriram as portas do centro comunitário e sempre que necessário nos recebeu com maior carinho. O trabalho de vocês é muito nobre. Agradeço também aos alunos que se dispuseram a participar das atividades.

Quero deixar um agradecimento a todos os meus amigos principalmente aos amigos do curso de Física Licenciatura da Universidade Federal de Uberlândia que infelizmente, pela falta de espaço, não citarei nominalmente pois são muitos. Em especial, quero agradecer a duas pessoas que tiveram participação fundamental no meu trabalho: Kamilla Telles e Ivair Ribeiro Gonzaga, muito obrigado pela força. Espero um dia poder retribuir tudo que fizeram por mim.

RESUMO

O Ensino Investigativo é uma alternativa de ensino em sala de aula onde o professor estimula o estudante a buscar por si próprio o conhecimento sobre um determinado assunto. Assim, o professor atua como um facilitador para que o aluno desenvolva suas próprias teorias e concepções sobre um assunto, orientando-o no caminho correto dos conceitos científicos academicamente aceitos.

Este trabalho consiste na aplicação do ensino investigativo na introdução do eletromagnetismo a alunos de ensino fundamental, matriculados entre o 5º e o 9º anos do ensino fundamental com idades variando entre 11 e 16 anos. O trabalho foi aplicado no CCAU (Creches Comunitárias Associadas de Uberlândia), uma entidade não governamental que recebe crianças de 1 a 16 anos durante o período diurno em que estas estão fora da escola.

O trabalho consiste na análise da eficácia do ensino por investigação através da confecção de 6 experimentos de eletromagnetismo, de forma que os alunos têm total liberdade para montar os experimentos requisitados pelos professores com os materiais oferecidos usando sua criatividade e elaborar por conta própria suas próprias teorias a respeito dos fenômenos observados nos artefatos montados durante a atividade.

Palavras-chave: Ensino Investigativo, Eletromagnetismo, Educação Básica.

ABSTRACT

The Investigative Teaching is an alternative for classroom teaching where the teacher encourages the student to search by himself the knowledge a given subject. This way, the teacher acts as a facilitator for the student to develop his own theories and conceptions about the subject, guiding him on the correct way of academic accepted scientific concepts.

This work consists of an application of investigative teaching in the introduction to electromagnetism for elementary school students, enrolled between the fifth and ninth grades of elementary school with ages ranging from 11 to 16 years old. The work was applied in the CCAU (Uberlândia Associated Day Care Centers), a non-governmental organization that receives children from 1 to 16 years old while they are out of school hours.

The work consists in the analysis of the effectiveness of the Investigative Teaching through 6 electromagnetic experiments, in a way that the students have total freedom to set up the required experiments with the materials offered by the teachers using their own creativity and draw their own theories about the phenomena observed in the assembled artifacts during activity.

Keywords: Investigative Teaching, Electromagnetism, Basic Education

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Experimento “Força de Atração”	19
Figura 2 - Experimento “Força de Repulsão”	20
Figura 3 - Experimento “Corpo Eletrizado Atrai Corpo Neutro?”	21
Figura 4 – O “Pêndulo Eletrostático”	22
Figura 5 – O Eletroscópio de Folhas	23
Figura 6 – Testando o Campo Elétrico	24
Figura 7 – Logo do CCAU	26
Figura 8 – Alunos do CCAU durante uma aula de música	28
Figura 9 – Sala de computação do CCAU.....	28
Figura 10 – Sala de estudos em grupo	29
Figura 11 – Centro de Formação São Francisco de Assis	29
Figura 12 – Secretaria do CCAU.....	29
Figura 13 – Resposta dos alunos à pergunta “Você gosta de Ciências?”	30
Figura 14 - Alunos tentando resolver o primeiro desafio	32
Figura 15 - Um aluno envolve o canudo em um pedaço de papel para realizar o processo de eletrização	32
Figura 16 - Grupo de alunos preparando o experimento 2	33
Figura 17 - Um aluno aproxima o papel higiênico eletrizado do canudo plástico também eletrizado.....	34
Figura 18 - Discussão sobre os processos de eletrização	34
Figura 19 - Um grupo de alunos colocando o Pêndulo Eletrostático à prova	35
Figura 20 - Alunos montando o Eletroscópio de Folhas	36
Figura 21 - A satisfação de um aluno ao fixar o canudo eletrizado à parede	38
Figura 22 - O primeiro grupo a conseguir construir o Pêndulo Eletrostático levou menos de 10 minutos para a conclusão do desafio	39
Figura 23 - O Eletroscópio de folhas improvisado pelos alunos	40
Figura 24 - Os alunos redigindo o relatório a respeito de um dos experimentos	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição de atividades por horário no CCAU.....	27
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 METODOLOGIA INVESTIGATIVA	12
2.1 Aspectos Históricos	12
3 FÍSICA EM CASA	16
3.1 Física em Casa – Uma proposta investigativa.....	17
3.2 Física em Casa – Atividades Propostas	18
4 A pesquisa	26
4.1 Campo de pesquisa – O CCAU	26
4.2 Sujeitos da pesquisa.....	30
4.3 A aplicação do trabalho	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
7 REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

O ensino de ciências no Brasil está pautado nas aulas expositivas. O roteiro é praticamente o mesmo em quase todas as salas de aula do país com professores transmissores de conhecimentos e alunos consumidores ocupando seus lugares fixos e demarcados nas salas de aula. O professor utiliza o quadro para escrever a teoria, lê e comenta o conteúdo escrito com os estudantes, resolve um par de exercícios como exemplo e passa aos alunos uma lista de exercício para ser resolvido em sala.

Há pouco espaço neste modelo para a criatividade do estudante aparecer. Ele deve utilizar o método de resolução fornecido pelo professor e aplicá-lo aos exercícios. Este ensino verticalizado que existe e persiste em nossa sociedade é pautado pela transmissão do conhecimento científico formalizado ao estudante, sem abrir espaço para a capacidade deste de elaborar suas próprias teorias. Segundo SENRA e BRAGA, (2013):

“O ensino que atualmente é praticado nas escolas está longe de possibilitar ao aluno uma reflexão sobre o processo de construção do conhecimento científico. O que se pode encontrar nos currículos sobre esse tema limita-se à apresentação de um suposto “método científico”, apresentado normalmente como um protocolo seguro para a obtenção de um conhecimento verdadeiro e objetivo”.

No entanto, este modelo de ensino e aprendizagem mecânicos não é obrigatório e cada vez mais tem surgido estratégias de ensino diferentes e desafiadoras, muitas delas utilizando a experimentação como ponto central. De acordo com GIORDAN, (1999):

“É de conhecimento dos professores de ciências o fato da experimentação despertar um forte interesse entre os alunos em diversos níveis de escolarização. Em seus depoimentos, os alunos também costumam atribuir à experimentação um caráter motivador, lúdico, essencialmente vinculado aos sentidos. Por outro lado, não é incomum ouvir de professores a afirmativa que a experimentação aumenta a capacidade de aprendizado, pois funciona como meio de envolver o aluno nos temas que estão em pauta”.

Uma das abordagens para trabalhar a experimentação é o Ensino Investigativo. Trata-se de um modelo de ensino que coloca o aluno como protagonista do processo de aprendizagem, tirando o professor do papel central deste processo (ZÔMPERO e LABURU, 2011).

Este trabalho apresenta uma proposta de roteiros investigativos para a utilização do livro paradidático “Física em casa¹” em um espaço de aprendizagem não formal. Além de

¹Disponível em: <http://www.lia.if.sc.usp.br/ensino/down/livro-completo.pdf>, acesso em 22/06/2016 às 12:35.

trabalhar conceitos físicos, pretendemos apresentar a experimentação em ciências através de atividades lúdicas e significativas. O tema abordado será Eletrostática como ponto central e o ensino investigativo como metodologia. O livro paradidático Física em Casa (ARANTES, NUNES, 2002), foi o produto do Mestrado da orientadora desse trabalho que abordou conceitos de eletromagnetismo em três volumes através de diálogos e experimentos simples de baixo custo.

2 METODOLOGIA INVESTIGATIVA

O objetivo principal da metodologia investigativa através das atividades investigativas no processo de ensino-aprendizagem é introduzir os alunos no universo das ciências, ou seja, ensinar os alunos a construir o conhecimento de forma que eles desenvolvam habilidades necessárias para perceber os fenômenos da natureza e tudo que acontece ao seu redor, elaborar suas próprias ideias, organizando-as e buscando explicações para os fenômenos, permitindo que os alunos possam atuar de forma consciente e racionalmente dentro e fora do contexto escolar (CARVALHO, 2011).

As atividades investigativas estão relacionadas a uma proposta de ensino para o aluno. Quando esta metodologia é realizada efetivamente a experiência não acontece de forma fragmentada, ela se apresenta com bastante clareza e o evento não acontece de forma puramente emocional, levando com que o aluno se aproprie do conhecimento. Basicamente a metodologia investigativa parte de uma situação problematizadora, visando descobrir os conhecimentos prévios acerca do assunto do tema e a elaboração de hipóteses para o desenvolvimento de pesquisas.

2.1 ASPECTOS HISTÓRICOS

As atividades investigativas ao longo da história fizeram parte de várias abordagens no ensino de ciências e foram apresentadas sob a visão de diversos autores. Dependendo do autor, as atividades investigativas apresentaram denominações diferentes, entre elas podemos destacar: ensino por descoberta; ensino por investigação; aprendizagem por projetos; questionamentos; resolução de problemas e também pode ser apresentado como *inquiry*, que recebeu grande influência do filósofo e pedagogo americano John Dewey. De acordo com Wong e Pugh (2001), Dewey tornou-se símbolo para as ideias progressistas na educação científica.

A grande preocupação em estimular atividades investigativas na educação científica foi fruto da necessidade de uma reforma na educação e por consequência na pedagogia tradicional amplamente defendida por Herbart, filósofo e pedagogo que viveu no século XIX. (ZÔMPERO; LABRURÚ, 2011)

Na segunda metade do século XIX, surgiram principalmente na Europa e nos Estados Unidos movimentos de renovação pedagógica. Em função do desenvolvimento da indústria e a exigência no trabalho, a educação se tornou fator primordial com uma educação que

associasse pensamento e prática. Esse fator se tornou o principal elemento de formação social e intelectual do “homem moderno”, visto que, nesse mesmo período se consolidou os Estados Modernos e a Sociedade Burguesa (FREITAS; ZANATTA, 2010). Este movimento de renovação pedagógica foi conhecido como movimento progressista, e era contrário às ideias de Herbart e dos jesuítas. As influências e as ideias do movimento progressista foram notadas na educação a partir de 1970, com o desenvolvimento do cognitivismo. É importante ressaltar que as ideias progressistas têm como fator relevante as interações socioculturais para a aprendizagem.

O livro de Dewey chamado: *Logic: The Theory of Inquiry*, publicado em 1938, propôs a inclusão do inquiry, ou seja, das ideias progressistas, ou ainda, da metodologia investigativa, na educação científica, Dewey acreditava que existia muito foco no ensino de fatos, sem estimular o raciocínio e as habilidades mentais. Para Dewey o aluno deveria participar efetivamente de sua aprendizagem. Além disso, Dewey ainda propôs uma reformulação dos passos a serem seguidos em relação ao método científico tradicional, com o objetivo de alcançar o pensamento reflexivo. Os problemas deveriam estar de acordo com o desenvolvimento intelectual, as capacidades cognitivas dos estudantes e com as experiências dos mesmos. A ideia era preparar os alunos para serem pensadores ativos, em busca de respostas e não apenas disciplinar o raciocínio indutivo (BARROW, 2006).

No século XIX, de acordo com Smith (apud DEBOER, 2006), o ensino com base em perspectivas investigativas apresentou três fases: a descoberta ou abordagem heurística, na qual os estudantes teriam que explorar o mundo natural; a verificação, na qual os alunos teriam que confirmar fatos ou princípios científicos por meio da utilização do laboratório e o *inquiry*. Neste último caso, os alunos não teriam que descobrir algo, mas por meio da utilização de método científico, os estudantes teriam que procurar soluções para questões que eles não sabiam a resposta.

Na primeira metade do século XX, devido ao crescimento da urbanização, causado principalmente pelo processo de imigração, a sociedade passou por vários problemas relacionados com a saúde pública. Diante disso, a educação científica teve seu objetivo principal voltado aos valores sociais. Neste sentido, o *inquiry* foi visto como um meio de desenvolver habilidades importantes e necessárias para resolver problemas de relevância social, e não somente desenvolver nos alunos habilidades e raciocínio. Essas ideias estavam também baseadas na filosofia de Dewey (ZÔMPERO; LABRURÚ, 2011). Segundo Dewey, para preparar os estudantes para a vida, a educação formal deveria dar a eles habilidades para formular questões significativas sobre os problemas sociais.

De acordo com (DEBOER, 2006) em 1950, essa excessiva preocupação em estimular o ensino, enfatizando aspectos de relevância social, fez com que cientistas, educadores e líderes industriais argumentassem que o ensino de ciências tinha perdido seu rigor acadêmico e não estava possibilitando o desenvolvimento intelectual dos alunos. Em 4 de outubro de 1957 foi lançado o primeiro satélite artificial pela ex-União Soviética, que marcou o início de uma nova era: a da corrida espacial. Diante disso, Os Estados Unidos (EUA) ficaram estarecidos e mergulharam naquilo que ficou conhecido como “Crise Sputnik” e que levou, em última instância, a uma aposta definitiva no seu programa espacial e à criação da NASA. Por conta disso, a educação científica voltou-se novamente para o rigor acadêmico do final do século XIX, enfatizando os processos da ciência com a preocupação de formar cientistas, para garantir a segurança dos americanos, ou seja, encontrava-se nos processos de Ciências e habilidades individuais como: observar; classificar; inferir, e controlar variáveis (BARROW, 2006).

O pensador de maior destaque envolvido nessa reforma curricular dessa época foi Josef Schwab. Ele acreditava que conteúdo e prática são inseparáveis no processo de educação e principalmente na educação científica, Schwab, propôs um modelo de educação científica que é extremamente parecida com a proposta do século XIX. O que difere os dois modelos educacionais é que, naquele século, a preocupação principal era com o desenvolvimento pessoal do aluno e, para Schwab, a preocupação foi com o desenvolvimento da nação americana e a formação de cientistas, diante disso, as críticas foram apontadas sobre o ensino por descoberta voltada à formação de cientistas. Schwab acreditava que a utilização de investigação no ensino permite aos alunos entenderem os processos da ciência (DEBOER, 2006).

Ainda em 1970, a sociedade passou a perceber os agravos que haviam causado ao meio ambiente, diante disso, o ensino de ciências voltou a propor uma educação voltada aos aspectos sociais, onde as atividades investigativas eram utilizadas para ajudar o estudante a pesquisar problemas sociais como aquecimento global, poluição e entre outros. Essa abordagem iniciou-se na Grã-Bretanha e desenvolveu-se até a década de 1980, nesse mesmo período foi elaborado nos Estados Unidos um documento intitulado *Science For All Americans*. Neste documento, recomendava-se que o Ensino de Ciências deveria ser coerente com a natureza da investigação científica e que os estudantes teriam que aprender a: Observar, anotar, manipular, descrever, fazer perguntas e tentar encontrar respostas para as perguntas. Posteriormente, em 1996, houve a publicação de outro documento intitulado *National Science Education Standards*, em que são propostas algumas orientações para a Alfabetização

Científica, reconhecendo também a importância do ensino por investigação (BARROW, 2006).

No Brasil, foram criados os Parâmetros Curriculares Nacionais (1997) com a abordagem do ensino envolvendo atividades de investigação. No entanto, mesmo após aproximadamente duas décadas, o Ensino de Ciências por investigação no Brasil ainda não está estabelecido. Outro aspecto que pode ser ressaltado é a dificuldade dos professores utilizarem tanto as práticas de laboratório como as atividades de investigação com os alunos, por se sentirem inseguros em realizar experimentos. (BORGES, 2002).

Conforme é possível perceber, a ideia de ensino por investigação passou por modificações em função das necessidades políticas, econômicas e sociais pelas quais a sociedade passou durante várias décadas. Vimos que há uma ênfase maior em utilização de atividades investigativas pelos americanos, sendo que no Brasil essa tendência é pouco predominante, apesar de serem enfatizadas nos documentos oficiais de ensino.

3 FÍSICA EM CASA

O livro paradidático “Física Em Casa”, escrito pelos professores Luiz Antônio de Oliveira Nunes e Alessandra Riposati Arantes, foi elaborado para despertar o interesse de jovens para ciências a partir de experimentos simples e de baixo custo inseridos em um contexto fictício repleto de histórias lúdicas e personagens.

Por se tratar de um material paradidático, o livro “Física em casa” fornece uma ferramenta ideal para trabalhar conteúdos experimentais de física de maneira não-formal. Materiais paradidáticos são, na concepção de MENEZES (2001):

“São livros e materiais que, sem serem propriamente didáticos, são utilizados para este fim. Os paradidáticos são considerados importantes porque podem utilizar aspectos mais lúdicos que os didáticos e, dessa forma, serem eficientes do ponto de vista pedagógico. Recebem esse nome porque são adotados de forma paralela aos materiais convencionais, sem substituir os didáticos”.

O livro é apresentado de forma ficcional por quatro personagens com personalidades bastante distintas segundo a descrição de ARANTES, NUNES (2002):

“Pedro, de 16 anos, um garoto curioso que cursa o 2º ano do ensino médio; Patrícia, de 15 anos, adora ler e cursa o 1º ano do ensino médio; Marcelo, de 15 anos, um adolescente que tem fascínio por computador, está na mesma sala de aula de Patrícia; e Tales, irmão de Marcelo, um menino de 12 anos, que cursa o 7º ano do ensino fundamental”.

Além destes quatro personagens existe ainda a figura do professor, representado no livro pelo Professor Luiz Antônio que ajuda seus alunos com dicas e orientações. Estes personagens interagem entre si no decorrer do livro realizando diversos experimentos de eletricidade. Dessa forma, o livro induz o leitor a realizar os experimentos e chegar às suas próprias conclusões tendo como ponto de vista os resultados obtidos pelos personagens no livro.

Um exemplo simples de como a experimentação é trabalhada no livro, pode ser encontrado logo na primeira página do livro, onde os quatro adolescentes despertam o interesse pelas ideias de Tales de Mileto. Os jovens realizam um dos experimentos de Tales e pedem orientações ao Professor Luiz Antônio sobre os conceitos envolvidos naquele experimento. O professor, por sua vez, sugere outra atividade que estimula os alunos a realizarem uma pesquisa e tiraram suas próprias conclusões. Feitos os dois experimentos e a pesquisa, os quatro personagens enviam ao professor seus resultados e o professor complementa com uma explicação mais elaborada dos conceitos físicos existentes no experimento (ARANTES, NUNES, 2002).

Aqui é interessante notar que os materiais utilizados para a confecção dos experimentos são realmente de baixo custo e de fácil aquisição. Para o primeiro experimento, com o qual os personagens começam a interagir com as ideias de Tales de Mileto, é sugerido utilizar um canudo de plástico e papel picado. Os jovens são orientados a atritar o canudo em uma folha de papel higiênico e aproximá-lo do papel picado com o intuito de notar a eletrização do canudo através da atração que ele induz no papel picado. O segundo experimento, por sua vez utiliza dois canudos e um pedaço de linha. Os alunos devem prender cada canudo em uma das extremidades da linha e atritá-los. Em seguida, devem segurar a linha pelo meio, de forma que os canudos fiquem pendurados e observar se eles se afastam ou não.

É importante notar que o livro segue esta linha por toda sua extensão, simulando como seria a descoberta destes conceitos físicos por um grupo de alunos sob a tutela de um professor. Os temas sugeridos pelo livro surgem para os personagens de diversas formas: através de pesquisas, de observações de fenômenos do dia-a-dia, de indicações do professor Luiz Antônio, etc. Ao final de cada capítulo, o livro apresenta uma lista detalhada dos materiais utilizados para aqueles experimentos e dá dicas de como obtê-los e manuseá-los para chegar a resultados mais precisos.

Os conceitos apresentados no livro são trabalhados em ordem cronológica. Desta forma as atividades vão ficando mais complexas e elaboradas. Isso é bastante benéfico para o leitor, pois o aumento gradual no grau de dificuldade dos experimentos não torna inviável a execução dos mesmos além de propiciar uma perspectiva histórica do descobrimento dos fenômenos físicos abordados. A união dos experimentos com a história das descobertas em ordem cronológica de acordo com GUERRA e QUINTAL (2009) defende que:

“[...]a união da história da ciência com experimentos históricos é um elemento a ser explorado pelos professores que desejam um ensino de física que não se restrinja à resolução de problemas matemáticos totalmente desvinculados da realidade dos alunos”.

3.1 Física em Casa – Uma proposta investigativa

Os experimentos contidos no livro Física em Casa são adequados para serem trabalhados em uma abordagem investigativa pois os experimentos são realizados pelos personagens do livro por conta própria e são incentivados a elaborar suas próprias teorias sobre os resultados obtidos procurando a orientação do “professor” como forma de confirmar os resultados. Este procedimento é uma proposta de aprendizagem investigativa, pois os

estudantes realizam um experimento que faz sentido para eles, analisam as informações, elaboram uma resposta ao problema apresentado (se houver) e finalmente debatem entre si (PEREIRA, SOARES e ANDRADE, 2011).

Na próxima seção apresentamos uma proposta investigativa para trabalhar os experimentos de eletrostática presentes no livro Física em Casa.

3.2 Física em Casa – Atividades Propostas

Nas atividades investigativas é importante o professor estimular o aluno a falar os conhecimentos prévios sobre o assunto que será trabalhado, de acordo com CARVALHO (2011), “[...] quando os conceitos espontâneos surgem neste contexto, eles passam a serem tratados como hipótese para serem testadas, tirando a conotação negativa de quem os têm.” Além disso, o aluno deverá levantar hipóteses sobre os resultados, assim, ele poderá prever algumas características físicas a respeito dos experimentos. Para que esta interação seja ainda mais proveitosa o ideal é que o experimento seja realizado por grupos menores de alunos, tornando o vínculo entre eles mais consistente, como sugere CARVALHO (2001, apud SEDANO 2005), “Os alunos, na discussão com seus pares, refletem, levantam e testam suas hipóteses. É na interação aluno-aluno que tem início a construção da moralidade.” Respeitando a sequência lógica no aprendizado por investigação que é respectivamente: Prever, Observar e Explicar.

A seguir descreveremos os experimentos e roteiros que foram trabalhados:

Experimento 1 – Força de atração



Figura 1 – Experimento “Força de Atração” (FONTE: ARANTES, NUNES, 2002)

Antes de iniciar o experimento, uma questão problematizadora é apresentada aos estudantes para que eles possam a partir da referência ao questionamento realizar o experimento com os materiais fornecidos. Para esta primeira atividade temos a pergunta problematizadora é:

“É possível grudar o papel picado no canudo utilizando apenas o canudo e papel higiênico?”.

Após a discussão, os estudantes receberão os materiais para a experimentação. São eles: 1 canudo de plástico, 1 folha de papel higiênico, 1 porção de papel higiênico picado em pequenos pedaços. (Figura 1).

Foi pedido aos estudantes que descobrissem uma forma de realizar o desafio presente na questão problematizadora. O meio de realizar esta tarefa é eletrizar o canudo através do atrito entre este e a folha de papel higiênico e então aproximar lentamente o canudo eletrizado do papel picado. Após a realização do experimento será pedido aos estudantes que:

“Expliquem o que aconteceu”

Ao final, uma discussão foi estimulada e os aplicadores farão o encerramento do experimento confrontando os conceitos intuitivos dos estudantes com os fatos científicos.

Experimento 2 – Força de repulsão

A questão problematizadora para este experimento é:

“É possível fazer dois pedaços do canudo afastarem sem aplicar qualquer força mecânica (soprar, balançar, etc.)?”.

O material entregue aos alunos será: 1 canudo plástico partido em duas metades, 1 pedaço de linha ou barbante (aproximadamente 20 cm) e 1 folha de papel higiênico. (Figura 2)



Figura 2 - Experimento “Força de Repulsão” (FONTE: ARANTES, NUNES, 2002)

Assim como no experimento anterior, será pedido aos alunos que discutam a questão problematizadora entre si antes da realização do experimento. O material deverá ser entregue e então amarrando as duas metades do canudo nas extremidades do barbante e segurando este conjunto pelo seu ponto médio, fazer com que os canudos se afastem sem aplicar nenhuma força mecânica. O intuito é que os estudantes descubram que atritando as duas metades do

canudo com a folha de papel higiênico elas ficarão eletrizadas e se repelirão devido à força elétrica.

Finalizado o experimento pediremos novamente aos alunos que

“Expliquem o que aconteceu”

Apresentaremos então os fatos científicos em contraponto aos conceitos intuitivos alcançados com a experimentação.

Experimento 3 – Corpo eletrizado atrai corpo neutro?

No terceiro experimento ainda utilizando simplesmente canudos plásticos e papel higiênico os alunos devem novamente atritar o canudo, mas desta vez devem jogá-lo na parede e observar os resultados. O esperado é que o canudo fique preso na parede e de posse deste dado juntamente com os resultados obtidos após o processo investigativo feito nos experimentos 1 e 2 os alunos estão aptos a discutir sobre o efeito produzido pelo contato entre o canudo eletrizado e a parede.

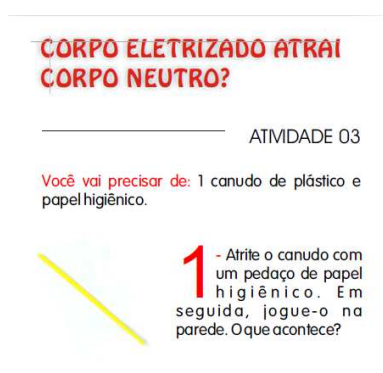


Figura 3 - Experimento “Corpo Eletrizado Atrai Corpo Neutro?” (FONTE: ARANTES, NUNES, 2002)

A questão problematizadora é:

“Podemos fazer o canudo grudar na parede sem utilizar nenhum adesivo?”.

Novamente, antes do experimento os alunos são instruídos a discutir a possibilidade de resolver a questão e então os materiais são entregues e o processo investigativo recomeça. Após o experimento, os alunos descreverão o procedimento e suas concepções acerca do fenômeno e durante a discussão final há uma elucidação sobre os fenômenos físicos envolvidos.

Experimento 4 – Detector de cargas elétricas 1 (Pêndulo eletrostático)

A questão problematizadora do experimento 4 é:

“Como criar um instrumento que aponte se um corpo está ou não eletricamente carregado?”.

Os alunos receberão uma bola de papel alumínio, 20 cm de cordão, 1 canudo de plástico dobrável, 1 canudo de plástico simples, 1 folha de papel higiênico e uma placa de isopor com aproximadamente 100 cm² e 2 cm de espessura. O intuito deste experimento é criar um pêndulo de papel alumínio que detecte a presença de cargas elétricas no canudo de plástico quando este for atritado com o papel higiênico. (Figura 4)



Figura 4 – O “Pêndulo Eletrostático” (FONTE: ARANTES, NUNES, 2002)

Antes de receber os materiais, faremos um apanhado de todos os fenômenos vistos até o momento. Entregaremos então os objetos e o processo investigativo será iniciado. Quando o pêndulo estiver pronto e funcionando, pediremos que os alunos relatem como foi o processo de confecção do mesmo e quais são as razões para que a bola de alumínio seja atraída ou repelida pelo canudo. Por fim, durante a discussão final a respeito das concepções dos estudantes sobre o experimento elucidaremos a questão da atração e repulsão elétricas, as diferentes cargas presentes nos corpos e como os processos de eletrização “separam” as cargas elétricas no interior destes objetos.

Experimento 5 – Detector de cargas elétricas 2 (Eletroscópio de folhas)

O quinto experimento consiste em construir um eletroscópio de folhas que funcionará como um detector de cargas elétricas. Antes do experimento, discutiremos com os alunos como as atividades tem se tornado cada vez mais elaboradas e lançaremos a questão problematizadora:

“Como deve ser construído um detector de cargas elétricas de forma que ele sofra menos influência de fatores não elétricos?”

Estimularemos os alunos a discutirem formas de melhorar a detecção de cargas elétricas e meios de isolar o experimento do ambiente externo onde ele fica sujeito à ação do vento, por exemplo.

Para construir o eletroscópio, os alunos receberão 1 pote de vidro com tampa plástica, fita adesiva, 1 clipe de papel, duas tiras de papel alumínio com aproximadamente 3 cm^2 , 1 bolinha de papel alumínio, 1 canudo plástico e 1 folha de papel higiênico.



Figura 5 – O Eletroscópio de Folhas (FONTE: ARANTES, NUNES, 2002)

Quando os estudantes terminarem de confeccionar o eletroscópio, pediremos para que eles testem o artefato com o canudo eletrizado e os desafiaremos a mostrar seu funcionamento sob diferentes processos de eletrização, como a eletrização por indução (onde eles aproximarão o canudo eletrizado da esfera de alumínio) e por contato (tocando o canudo eletrizado na esfera de alumínio). Após os testes, os alunos descreverão o processo e suas concepções sobre o experimento e durante a discussão final será elucidada a questão da diferença das cargas elétricas no eletroscópio quando este sofre eletrização por processos distintos (contato e indução).

Experimento 10 – Campo de força

Trabalhados os conceitos de carga elétrica e eletrização, partiremos para o conceito de campo elétrico, com a seguinte pergunta problematizadora:

“É possível acertar o palito de fósforo na Figura 6?”

Após o levantamento de hipóteses entregaremos os materiais para a confecção do experimento: 4 canudos de plástico, 20 cm de linha, 1 palito de fósforo, 1 placa de isopor com aproximadamente 100 cm² e 2 cm de espessura, 1 tesoura sem ponta e 1 pedaço de papel higiênico.

Pediremos que eles montem um esquema como na figura abaixo. (Figura 6).



Figura 6 – Testando o Campo Elétrico (FONTE: ARANTES, NUNES, 2002)

Para este experimento os alunos devem espetar três canudos plásticos na placa de isopor de forma que a disposição dos canudos lembre um triângulo. No centro deste triângulo deve ser espetado o palito de fósforo que servirá como um alvo. O quarto canudo deve ser amarrado ao barbante por uma de suas extremidades. Os grupos devem então atritar este quarto canudo com o papel higiênico e segurando-o pelo barbante devem aproximar este canudo dos outros três que estão presos no isopor. Feita esta aproximação os alunos devem cortar o canudo preso à linha de forma que reste apenas cerca de 5 cm pendurados. O

professor deve desafiá-los então a, segurando ainda o canudo pela linha, encaixar a ponta do que sobrou depois do corte no palito de fósforo no centro do conjunto.

Os alunos vão perceber que as forças de repulsão não deixarão o canudo pendurado se aproximar do centro do conjunto. Quanto mais próximo do centro, mais repellido este pedaço de canudo será. A partir daí o professor deve estimular a socialização dos resultados e tentando inserir o conceito de campo no debate, relacionando as distâncias envolvidas com a força elétrica aparente.

4 A pesquisa

4.1 Campo de pesquisa – O CCAU

A pesquisa foi desenvolvida na creche CCAU. As Creches Comunitárias Associadas de Uberlândia (CCAU) formam uma entidade composta por 5 creches comunitárias distribuídas por regiões periféricas da cidade de Uberlândia, MG. Fundadas em 1985 pelo Frei Fúlvio Sabia e Claudiana Maria de Moraes com o auxílio do grupo de jovens da Paróquia Nossa Senhora de Fátima. O CCAU atende crianças e adolescentes de baixa renda oferecendo um ambiente de lazer, aprendizado e apoio familiar.



Figura 7 – Logo do CCAU

Trata-se de uma entidade filantrópica mantida por doações de empresas, grupos de caridade e da própria comunidade. Inicialmente, o CCAU contava com 3 creches nos bairros Jaraguá (onde se encontra a sede da instituição), Martins e Planalto. Em 2002 foram inauguradas as creches dos bairros Morada Nova e Shopping Park e em 2007 as unidades tiveram seu status alterado de “creches” para “centros educacionais”, pois já não se tratavam apenas de um local onde as crianças recebiam cuidados enquanto os pais trabalhavam. Em 2008 foi inaugurada a unidade do bairro Canaã onde realizamos nossa pesquisa.

O CCAU atende 710 crianças com idades variando entre os 4 meses e os 16 anos. Existe ainda uma lista de com cerca de 400 nomes de crianças que esperam por uma vaga em uma das unidades dos centros educacionais. As crianças que frequentam o CCAU contam

com atividades pedagógicas, sociais e culturais além de receberem alimentação e acompanhamento social.

Em geral, as 5 unidades possuem uma rotina diária dividida da seguinte maneira:

Tabela 1 – Distribuição de atividades por horário no CCAU

Período	Atividade
06:30 às 08:00	Entrada e recepção das crianças
08:00 às 08:40	Café da manhã
09:00 às 10:30	Atividades pedagógicas
10:30 às 11:00	Banho
11:00 às 12:00	Almoço
12:00 às 13:30	Repouso
13:30 às 14:30	Atividades livres dirigidas
14:30 às 15:10	Lanche
15:10 às 17:30	Atividades livres dirigidas
16:30 às 17:30	Saída

No caso de crianças já matriculadas na rede básica de educação, há uma divisão por turnos onde as crianças que estudam durante a tarde passam as manhãs nos centros educacionais, chegando por volta das 08:30 e saindo para a escola às 12:00, enquanto as crianças que estuda pela manhã são recebidas no CCAU a partir das 13:30 e deixam as unidades às 17:30. Os presentes durante a manhã almoçam ao final do turno enquanto as crianças que frequentam os centros à tarde recebem um lanche por volta das 15:00. As creches comunitárias oferecem diversas atividades educacionais e culturais para a comunidade. Dentre elas podemos destacar as aulas de música, onde os alunos aprendem noções de violão, violino, violoncelo, canto e percussão, sendo um instrumento a cada dia da semana. Também são oferecidas aulas de artes e artesanato, computação, educação física, reforço escolar, além de receber atividades externas, geralmente oferecidas por grupos ligados a ONGs ou a faculdades e universidades.



Figura 8 – Alunos do CCAU durante uma aula de música



Figura 9 – Sala de computação do CCAU



Figura 10 – Sala de estudos em grupo



Figura 11 – Centro de Formação São Francisco de Assis



Figura 12 – Secretaria do CCAU

Para a realização de nosso trabalho, utilizamos a estrutura do Centro de Formação São Francisco de Assis, a unidade do bairro Canaã. O espaço concedido foi uma sala com lotação máxima de 30 alunos contando com mesas para estudo e trabalho em grupo.

4.2 Sujeitos da pesquisa

A aplicação deste trabalho foi realizada com uma turma de 22 alunos matriculados de quinto a nono anos do ensino fundamental com idades variando entre 11 e 15 anos.

Os 22 participantes do trabalho residem no bairro Canaã e estudam nas escolas E. E. Mário Porto e E. M. Dr. Gladsen Guerra. São alunos de baixa renda que frequentam o CCAU diariamente passando ali todo o turno da manhã (08:00 às 12:00 h) e saindo do centro educacional diretamente para a escola.

Antes do início da primeira discussão, perguntamos aos participantes sobre seu interesse pela ciência. A pergunta foi respondida da seguinte forma:



Figura 13 – Resposta dos alunos à pergunta “Você gosta de Ciências?”

Durante a conversa inicial com a turma constatamos que poucos possuem noções de eletromagnetismo por ainda não terem estudado este tópico na educação formal.

4.3 A aplicação do trabalho

Fizemos dois encontros de 2 horas com a turma de 22 alunos que foram divididos em 4 grupos (2 grupos de 5 e dois grupos de 6 alunos). As atividades foram conduzidas por mim e dois assistentes, Ivair Ribeiro, estudante de física e Kamilla Telles Martins, estudante de Engenharia Biomédica. Para cada experimento, iniciamos uma discussão com os grupos a respeito da questão problematizadora. Após a discussão entregamos aos grupos os materiais do experimento e pedimos que eles realizassem o desafio proposto usando apenas os materiais fornecidos e a criatividade.

No primeiro encontro, realizamos 3 experimentos. Lançamos o desafio para o primeiro experimento com a pergunta “É possível grudar o papel picado no canudo utilizando apenas o canudo e papel higiênico?”. Entregamos os materiais para a montagem do experimento e deixamos os alunos livres para realizar a tarefa.

Os professores presentes acompanhavam os experimentos estimulando os alunos a testar novas possibilidades, sempre tomando o cuidado de não revelar como o experimento deveria ser montado. Quando questionados sobre aspectos do experimento, os professores orientavam os alunos a realizar novas tentativas a partir de certas provocações, tais como:

- Por exemplo, um dos estudantes estendeu a folha de papel higiênico sobre a mesa e esfregava com vigor a ponta do canudo no papel, tendo este procedimento pouco ou nenhum efeito de eletrização no canudo plástico. O aluno questionou a eficácia do processo de eletrização por atrito, e então o professor lançou o seguinte questionamento: “seria essa a melhor maneira de atritar o papel e o canudo? Não haveria outras formas?”. O aluno então passou a tentar outras formas de realizar o processo de eletrização, até que o grupo chegou a um consenso de que envolver o canudo no papel e realizar um movimento vertical produzia melhores resultados



Figura 14 - Alunos tentando resolver o primeiro desafio



Figura 15 - Um aluno envolve o canudo em um pedaço de papel para realizar o processo de eletrização

Terminada a atividade, convidamos os alunos a explicar o porquê do papel picado ser atraído pelo canudo plástico após o processo de atrito. Os professores pediam aos alunos para tentar explicar o que acontecia com o pedaço de papel higiênico e o canudo plástico durante a fricção e porque este processo fazia com que o canudo atraísse o papel picado. Os professores pediram aos alunos para relatar em uma folha de papel todo o procedimento de confecção do experimento, com suas dificuldades e desafios e explicar neste texto quais os motivos que eles davam para o fenômeno notado.

Após a finalização da escrita dos relatos, confrontamos os conhecimentos prévios dos alunos com os fatos científicos a respeito do processo de eletrização por atrito e da força

elétrica. Discutimos brevemente a estrutura do átomo e como os elétrons mais distantes do núcleo se movimentam pelo material. Abordamos então a questão da eletrização e como o atrito entre o papel e o plástico torna estes materiais eletrizados fazendo com que se atraiam mutuamente.

Para o segundo experimento, perguntamos aos alunos se seria possível fazer com que dois pedaços de canudo plástico se afastassem um do outro sem aplicar sobre nenhum deles alguma força mecânica (assoprar, empurrar, etc.). Os alunos levantaram as hipóteses e na sequência, entregamos aos alunos os materiais e pedimos que eles realizassem um experimento que mostrasse a solução do desafio proposto.



Figura 16 - Grupo de alunos preparando o experimento 2

Terminado o experimento, pedimos novamente que os alunos discutissem o processo de confecção do artefato e relatassem em um papel todo o processo e as conclusões a respeito do fenômeno. Perguntamos também o que aconteceria se, com os canudos plásticos eletrizados, aproximássemos do artefato um papel higiênico também eletrizado, e como eles explicariam a diferença no sentido da força elétrica entre os canudos e entre o canudo e o papel. Após a discussão e com os relatos finalizados, elucidamos a diferença entre a força de repulsão do experimento 2 e a força de atração do experimento 1 e no segundo teste realizado e conversamos sobre os processos de eletrização “organizam” as cargas elétricas nos corpos eletrizados.



Figura 17 - Um aluno aproxima o papel higiênico eletrizado do canudo plástico também eletrizado



Figura 18 - Discussão sobre os processos de eletrização

Lançamos então o terceiro desafio para os alunos: “Vocês conseguem grudar um canudo plástico na parede sem utilizar nenhum tipo de adesivo?”. Os alunos discutiram a pergunta e alguns deles disseram já terem visto na televisão algumas pessoas realizando este experimento com balões de borracha. Entregamos a eles então os canudos plásticos e o papel higiênico e sem muito esforço eles conseguiram atritar o canudo e grudá-lo à parede depois de eletrizado.

Os alunos discutiram o experimento e relataram o processo e suas concepções. Finalizamos com algumas considerações sobre como o canudo atritado fica negativamente eletrizado e este “excesso” de elétrons repele os elétrons da superfície da parede, fazendo que

naquele ponto de contato a mesma fique positivamente eletrizada, surgindo então uma força elétrica de atração entre os dois.

O segundo encontro ocorreu 15 dias depois e iniciamos com o experimento 4, o Pêndulo Eletrostático. Perguntamos aos grupos se com os materiais fornecidos seria possível construir um dispositivo que acusasse a presença de um material eletrizado em sua proximidade e após a discussão sobre este questionamento deixamos os grupos experimentarem a criação do artefato.

Com o experimento realizado, discutimos com os grupos os processos e o resultado alcançado e se os testes que eles fizeram com o artefato pronto alcançaram sucesso e as razões para que o pêndulo tivesse funcionado.



Figura 19 - Um grupo de alunos colocando o Pêndulo Eletrostático à prova

Os alunos elaboraram um relato sobre o experimento e suas ideias a respeito do fenômeno e discutimos com eles o porquê da esfera de alumínio ser atraída pelo canudo eletrizado e porque ela é repelida pelo canudo após os dois se tocarem. Explicamos o processo de eletrização por contato e como os elétrons do canudo se deslocaram para a esfera fazendo com que fiquem ambos eletrizados negativamente.

O quinto experimento realizado pelos estudantes foi o Eletroscópio de Folhas. Pedimos para que eles discutissem se haveria a possibilidade de construir um aparato que detectasse o sinal das cargas elétricas com mais precisão do que o eletroscópio e quais características este aparato deveria possuir. Entregamos então os materiais aos alunos e

pedimos que eles construíssem o experimento. Com o eletroscópio montado, pedimos aos alunos para realizarem testes de eletrização por indução e por contato na esfera de alumínio e que discutissem os resultados. Os alunos redigiram um relatório explicando seus métodos e quais foram os efeitos notados na experimentação.



Figura 19 - Alunos montando o Eletroscópio de Folhas

Terminado o experimento, mostramos aos alunos como a distribuição das cargas acontecia no eletroscópio quando induzíamos a eletrização na esfera com o canudo eletrizado e como este processo ser alterava com a eletrização por contato. Além disso, discutimos que quando a esfera é tocada pelo nosso corpo há um “descarregamento” da mesma, transmitindo aquele excesso de cargas para nosso corpo e fizemos uma relação com o aterramento que muitos aparelhos elétricos e residências possuem e vários alunos já conheciam.

O último experimento foi realizado pelos professores como forma de demonstração pela falta de tempo para a repetição do processo. Montamos o conjunto de canudos na placa de isopor e durante a demonstração com o canudo eletrizado pudemos mostrar aos alunos como a força elétrica dificultava o encaixe do canudo no palito de fósforo. Assim, pudemos abordar de forma resumida o conceito de Campo Elétrico e de interação entre campos elétricos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os experimentos foram trabalhados seguindo os princípios do ensino investigativo de forma que o aluno possa usar o experimento como uma ferramenta para a construção do conhecimento. Foram priorizadas a participação ativa do estudante, interação aluno-aluno, atuação do professor como mediador, criação de um ambiente encorajador, utilização do conhecimento prévio do aluno, e finalmente a busca da passagem de uma linguagem informal para uma linguagem científica (CARVALHO, 2011).

Todos os experimentos confeccionados pelos alunos se mostraram completamente funcionais. Inicialmente, quando apresentamos a proposta e induzimos as primeiras discussões, vários alunos mostraram ter concepções alternativas a respeito dos fenômenos eletromagnéticos, porém houve uma certa dificuldade em produzir uma conversa a respeito destas concepções. Acreditamos que este fato se deve ao condicionamento dos alunos presentes na atividade ao modelo puramente expositivo utilizado nas salas de aula. Como neste modelo cabe única e exclusivamente ao professor realizar a exposição das ideias os alunos criam uma resistência em expor seu ponto de vista e suas concepções aos colegas. Notamos que durante a aplicação do primeiro experimento, houve certa resistência dos alunos em tomar a iniciativa de montar o artefato sem a ajuda dos professores, talvez por estarem condicionados ao aprendizado expositivo da sala de aula. Consequentemente, apesar de ser o mais simples o primeiro experimento foi o que demandou mais tempo de montagem e o que gerou o menor volume de comentários durante as discussões.

Para contornar a timidez dos alunos, realizamos certas intervenções na discussão a fim de contextualizar os alunos com os fenômenos eletromagnéticos de seu dia-a-dia, além de tentar trazer para a discussão as ideias propostas pelos alunos que se mostravam mais próximas à realidade científica sem desmotivar os estudantes que mostravam possuir concepções muito aquém da realidade, criando um ambiente mais amigável para a experimentação, pois de acordo com CARVALHO (2011), “Esse ambiente é criado ou é destruído por pequenas ações - e essas ações podem ser palavras ou mesmo gestos e expressões faciais do professor - positivas ou negativas”. Com os dados dos experimentos e as informações captadas durante as discussões os alunos foram então capazes de compreender com mais clareza os processos de eletrização e outros conceitos envolvidos nos experimentos como carga elétrica, próton, elétron, átomo, etc.

Durante a aplicação do segundo experimento pudemos notar uma maior desenvoltura dos alunos para realizar o desafio proposto. A ideia do aprendizado por investigação já estava bem aceita e o experimento levou menos tempo para ser realizado, assim como a discussão foi mais produtiva. Porém, apenas no terceiro experimento, onde os alunos deveriam utilizar os materiais fornecidos e seus conhecimentos adquiridos nos dois primeiros desafios para fixar um canudo plástico à parede foi que notamos que os estudantes estavam se divertindo com a experimentação e que esta ocorreu de forma mais fluída. Os alunos fizeram várias perguntas e se mostraram bastante curiosos a respeito dos fenômenos observados, e demonstraram imensa satisfação e surpresa ao ver os canudos sendo atraídos pela parede de forma aparentemente “mágica”, como alguns descreveram.

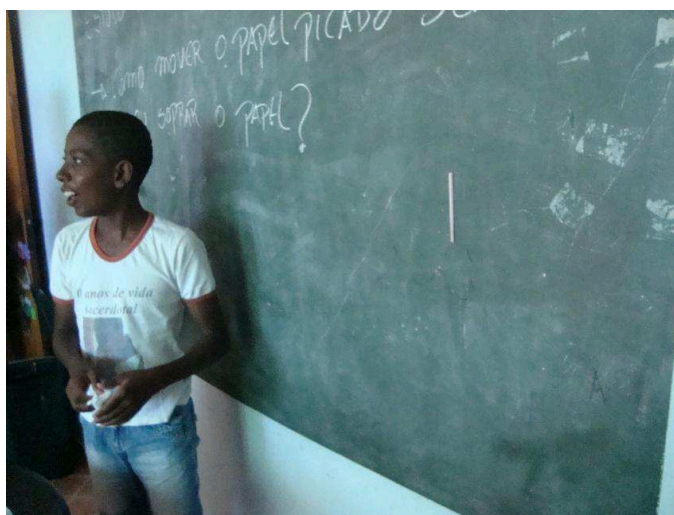


Figura 20 - A satisfação de um aluno ao fixar o canudo eletrizado à parede

Ainda durante a realização do terceiro experimento, os alunos notaram que quando um pedaço do canudo era cortado, o restante se fixava melhor à parede. Um grupo de alunos chegou espontaneamente à conclusão de que o peso do canudo influenciava no experimento. Neste momento, sem que fossem orientados pelos professores, os alunos iniciaram um processo de investigação para descobrir qual seria o tamanho ideal do canudo para que o mesmo ficasse fixado à parede por mais tempo. Depois de bastante experimentar, eles chegaram à conclusão de que um canudo cortado até ficar cerca de 25% menor oferecia uma área ideal para a eletrização ocorrer com sucesso e uma massa pequena o suficiente para que o peso do canudo atrapalhasse menos a fixação com a parede devido à força elétrica.

No nosso segundo encontro com os estudantes, algumas semanas depois, notamos que eles se mostravam ansiosos por continuar o processo de experimentação. Vários alunos

relataram ter repetido os experimentos em casa com pais e/ou amigos e que os resultados foram satisfatórios.

Devido à empolgação da turma, a montagem do Pêndulo Eletrostático levou apenas alguns minutos. Depois de apenas um encontro de duas horas os alunos já se mostravam habituados com o processo de ensino por investigação e gastaram mais tempo testando o artefato através de diferentes tipos de eletrização do que montando o experimento, como ocorreu em nossa primeira visita.

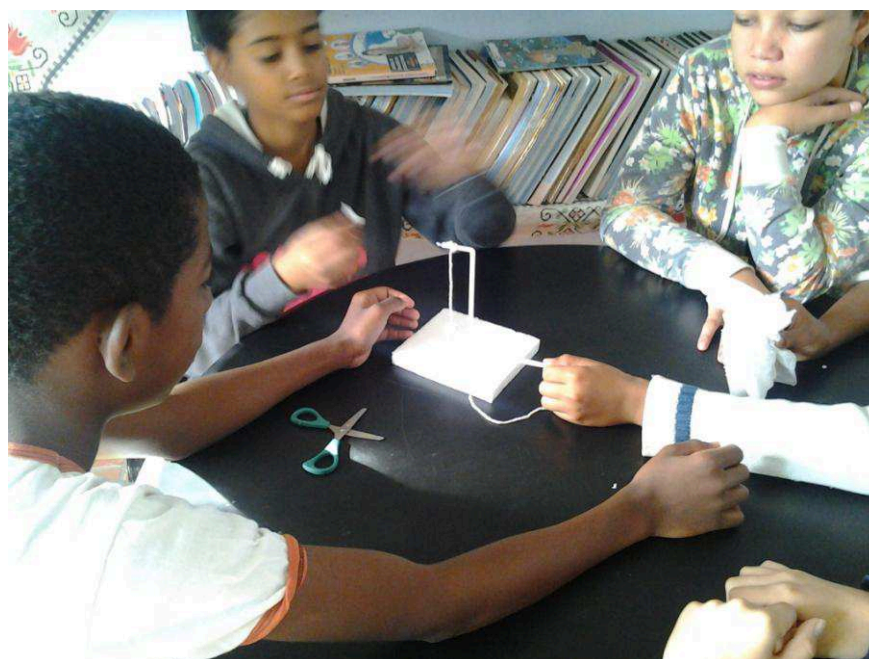


Figura 21 - O primeiro grupo a conseguir construir o Pêndulo Eletrostático levou menos de 10 minutos para a conclusão do desafio



Figura 22 - O Eletroscópio de folhas improvisado pelos alunos



Figura 23 - Os alunos redigindo o relatório a respeito de um dos experimentos

O Eletroscópio de Folhas foi um desafio maior para os alunos por conta do processo mais intrincado de montagem. Como muitos tiveram dificuldades em usar os frascos com tampa eles optaram por improvisar com copos de vidro de forma bastante rústica, mas que também alcançou o resultado esperado. Os alunos utilizaram dois fios de arame, de forma que um fio fosse colocado na boca do copo de forma horizontal servindo de suporte e o outro fio, com uma esfera de papel alumínio em uma das extremidades e as duas folhas de papel alumínio na outra ficasse pendurado no primeiro fio, atravessado na boca do copo. Assim, o eletroscópio dos alunos ficou destampado, porém ao realizar a experimentação com os processos de indução as folhas do eletroscópio se moveram sem maiores problemas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração deste trabalho tinha como objetivo colocar em prática uma ferramenta possivelmente útil para o professor na abordagem de temas pouco conhecidos por alunos do ensino fundamental. Assim, a ideia central era utilizar o ensino por investigação para trabalhar parte do conteúdo de eletromagnetismo com estudantes que tiveram pouco ou nenhum contato com esta parte da física em seu ensino formal.

Analisando os relatórios confeccionados pelos alunos pudemos notar um grande aproveitamento da atividade aplicada com a turma ao final das experimentações. Os estudantes se mostraram empolgados, alegres e se sentiram dispostos a resolver os desafios propostos pelos professores de forma entusiasmada, tratando o processo de aprendizado como um horário de lazer e diversão mais do que como uma aula comum.

O ensino por investigação aplicado a uma turma tão heterogênea, composta por alunos com idades variando em vários anos e matriculados em diversas séries diferentes da educação básica se mostrou bastante efetiva no sentido de fazer com que estudantes que em geral não mantêm um contato próximo na escola trabalhassem em equipe de forma natural. Os alunos mais velhos aceitaram de forma inconsciente os momentos onde os mais jovens assumiam o protagonismo da confecção dos experimentos e em diversos momentos notamos que os grupos mais heterogêneos chegavam ao resultado do desafio com maior desenvoltura do que grupos de alunos formados por crianças em idades mais próximas.

Consideramos que, aliado a um plano de ensino bem preparado e a um ambiente favorável ao trabalho em grupo, o ensino por investigação é uma ótima ferramenta para introduzir conceitos desconhecidos ou pouco conhecidos a alunos da educação básica. Nosso grupo de estudos contava com alunos de quinto a nono anos do ensino fundamental que não tinham recebido ao menos noções de eletromagnetismo em sala de aula e as atividades mostraram que mesmo assim os estudantes conseguiram desenvolver os experimentos com desenvoltura e elaborar teorias, na maioria das vezes, bastante corretas em relação aos fenômenos analisados durante o processo de experimentação. Assim, o ensino por investigação é um método promissor para a educação básica por desafiar o estudante de forma sadia a buscar o conhecimento por conta própria usando o professor como suporte para a elaboração de ideias e refinamento das teorias desenvolvidas pelo próprio estudante.

7 REFERÊNCIAS

- ALVES, Sabrina Eleutério. **Discutindo o Ensino Investigativo com professores em exercício de Ciências da Natureza**. 2015. 65 f. Tese (Doutorado) - Curso de Licenciatura em Física, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2015.
- ARANTES, Alessandra Riposati. **Elaboração de um material paradidático de física: texto e experimentos**. 2002. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciências - Física Aplicada, Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.
- BARROW, Lloyd H. **A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards**. *Journal of Science Teacher Education*, Reston, v. 17, n. 3, p.265-278, Nov. 2006. Mensal.
- BORGES, Antônio Tarciso. **Novos Rumos Para o Laboratório Escolar de Ciências**. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 19, n. 3, p.291-313, out. 2002. Trimestral.
- CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. **Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas (SEI)**. In: LONGHINI, Marcos Daniel. *O Uno e o Diverso na Educação*. Uberlândia: EDUFU, 2011. Cap. 18. p. 253-266.
- DEBOER, George E. **Historical Perspectives on Inquiry Teaching In Schools**. In: LEDERMAN, Norman G.; FLICK, Lawrence. *Scientific Inquiry and Nature of Science*. 25. ed. Nova Iorque: Springer, 2006. Cap. 2. p. 17-35.
- FREITAS, Raquel A. M. da M.; ZANATTA, Beatriz Aparecida. **O Legado DE Pestalozzi, Herbart E Dewey Para as Práticas Pedagógicas Escolares**. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO, 4. 2006, Goiânia. IV Congresso Brasileiro de História da Educação - A Educação e Seus Sujeitos na História. Goiânia: Sbhe, 2006. p. 1 - 10. Disponível em: <<http://goo.gl/XNQjBx>>. Acesso em: 23 jun. 2016.

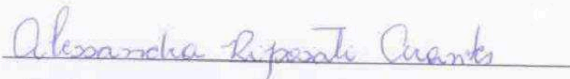
- GIORDAN, Marcelo. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências. **Química na Nova Escola**, São Paulo, v. 1, n. 10, p.43-49, nov. 1999. Semestral. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2016.
- MENEZES, Ebenezer Takuno de; SANTOS, Thais Helena dos. **Verbetes paradigmáticos. Dicionário Interativo da Educação Brasileira** - Educabrazil. São Paulo: Midiamix, 2001. Disponível em: <http://www.educabrazil.com.br/paradidaticos>. Acesso em: 02 de fev. 2016.
- NUNES, Luiz Antonio de O.; ARANTES, Alessandra Riposati. **Física em Casa**. São Carlos: Universidade de São Paulo, 2002. 71 p.
- MAXIMO-PEREIRA, M.; SOARES, V.; ANDRADE, V. A. **Escrita como ferramenta indicativa das possíveis contribuições de uma atividade investigativa sobre temperatura para a aprendizagem**. Experiências em Ensino de Ciências, v. 6, n. 3, p. 118-132, 2011.
- PESSOA DE CARVALHO, Ana Maria. **Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas - (SEI)**.
- GUERRA, Andréia; QUINTAL, João Ricardo. **A história da ciência no processo ensino-aprendizagem**. Física na Escola, Rio de Janeiro, p.21-25, out. 2009. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol10/Num1/a04.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2016.
- SENRA, Clarice Parreira; BRAGA, Marco. **Pensando a natureza da ciência a partir de atividades experimentais investigativas numa escola de formação profissional**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 31, n. 1, p.7-29, abr. 2014. Quadrimestral
- WONG, David; PUGH, Kevin. **Learning Science: A Deweyan Perspective**. Journal of Research in Science Teaching, Reston, v. 38, n. 3, p.317-336, mar. 2001. Mensal.
- ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURĐI, Carlos Eduardo. **Atividades Investigativas no Ensino de Ciências: Aspectos Históricos E Diferentes Abordagens**. Ensaio, Belo

Horizonte, v. 13, n. 3, p.67-80, set. 2011. Quadrimestral. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/epec/v13n3/1983-2117-epec-13-03-00067.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2016.

MARCO ANTONIO FLORIANO RODRIGUES

Eletricidade no Ensino Fundamental: Uma Proposta Investigativa

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Física da
Universidade Federal de Uberlândia,
como requisito parcial para a obtenção
do título de licenciado em Física.



Profa. Dra. Alessandra Riposati Arantes (orientador)



Prof. Dr. Ademir Cavalheiro



Prof. Dr. Djalmir Nestor Messias

29 de junho de 2016