

Atividade Experimental Investigativa sobre Eletrostática num Clube de Ciências

Investigative Experimental Activity on Electrostatics in a Science Club
Actividad Experimental de Investigación sobre Electrostática en un Club de Ciencias

Daisy Flávia Souza Barbosa (daisy.flavia@escola.seduc.pa.gov.br, Mestra em Educação em Ciências e Matemáticas – PPGECM) Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0206-6559>

João Manoel da Silva Malheiro (joaomalheiro@ufpa.br, Pós-Doutor em Educação para a Ciência – UFPA) Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2495-7806>

Resumo

Este artigo tem como objetivo refletir sobre a importância do Ensino de Ciências pautado na autonomia, criatividade e criticidade do estudante. Visa, também, ressignificar um ensino por demonstração, para uma prática com base na investigação; e identificar os Indicadores de Alfabetização Científica numa Atividade Experimental Investigativa (AEI). Para tanto, reportamos ao desenvolvimento de uma AEI sobre eletrostática, com estudantes de 6º ano do Ensino Fundamental, realizada num Clube de Ciências, tendo como base uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI). No plano da investigação, consideramos que este estudo, enquadra-se na abordagem qualitativa, pois visa analisar experiências e examinar as interações que se desenvolvem em seus contextos; pode ser classificada, também, como pesquisa participante, quando o foco é a finalidade, pois se mantém ligada às ideias e ações sociais de tendência emancipatória. De modo geral, o desenvolvimento da AEI, permitiu-nos identificar a importância de valorizar um Ensino de Ciências para além da demonstração, o que impulsiona os estudantes a criarem soluções na resolução de problemas, contribuindo para a manifestação de vários Indicadores de Alfabetização Científica.

Palavras-chave: Ensino de Ciências; Clube de Ciências; Alfabetização Científica.

Abstract

This article aims to reflect on the importance of Science Teaching based on student autonomy, creativity, and criticality. It also aims to re-signify the teaching by demonstration, for a practice based on research; and to identify Scientific Literacy indicators in an Experimental Investigative Activity (EIA). To this end, we report on the development of an EIA on electrostatics, with students from the 6th year of elementary school, carried out in a Science Club, based on an Investigative Teaching Sequence (ITS). In terms of investigation, we consider that this study fits into the qualitative approach, as

it aims to analyze experiences and examine the interactions that develop in their contexts; it may be characterized also as participatory research, when the focus is on the purpose, as it remains linked to ideas and social actions with an emancipatory tendency. In general, the development of the EIA allowed to identify the importance of valuing Science Teaching beyond demonstration, which drives students to create solutions in solving problems, contributing to the manifestation of several Scientific Literacy Indicators.

Keywords: Science Teaching; Science Club; Scientific Literacy.

Resumen:

Este artículo tiene como objetivo reflexionar sobre la importancia de la Enseñanza de las Ciencias basada en la autonomía, la creatividad y la criticidad de los estudiantes. Además, pretende dar nueva significación a la enseñanza por demostración, para una práctica basada en la investigación; e identificar Indicadores de Alfabetización Científica en una Actividad Experimental de Investigación (AEI). Para ello, informamos el desarrollo de una AEI sobre electrostática, con alumnos del 6º año de la Enseñanza Fundamental, realizado en un Club de Ciencias, a partir de una Secuencia de Enseñanza Investigativa (SEI). En términos de investigación, consideramos que este estudio se encuadra en el abordaje cualitativo, pues pretende analizar experiencias y examinar las interacciones que se desarrollan en sus contextos; también puede clasificarse como investigación participativa, cuando el enfoque está en el propósito, por mantenerse conectada a ideas y acciones sociales con tendencia emancipadora. En general, el desarrollo de la AEI permitió identificar la importancia de valorar la Enseñanza de las Ciencias más allá de la demostración, lo que impulsa a los estudiantes a crear soluciones en la resolución de problemas, contribuyendo para la manifestación de varios Indicadores de Alfabetización Científica.

Palabras-clave: Enseñanza de las Ciencias, Club de Ciencias, Alfabetización Científica.

INTRODUÇÃO

As atividades experimentais no Ensino de Ciências possuem várias conotações, consolidadas a partir de seu desenvolvimento histórico. Uma visam executar o experimento e fornecer as explicações para os fenômenos; outras, fiscalizar a atividade dos estudantes, objetivando diagnosticar e corrigir erros. Há também aquelas que propõem orientar as atividades, além de incentivar e questionar as decisões dos estudantes. De acordo com estas concepções o ensino de Ciências está pautado respectivamente na Demonstração, Verificação e Investigação (OLIVEIRA, 2010).

Considerando o exposto, podemos dizer que nas duas primeiras abordagens, a autonomia do estudante é pouco valorizada, uma vez que não se organizam em prol do

estímulo a curiosidade; priorizando a observação, execução, verificação e explicação dos fenômenos observados. Neste contexto, ao professor cabe fornecer a explicação para as ações desenvolvidas; fiscalizar a atividade dos estudantes; além de diagnosticar e corrigir os erros. Propõe-se, no entanto, um professor “autoritário” e fechado às indagações; e um estudante passivo diante da resolução de problemas “complexos”.

É importante destacar que a existência humana se dá pela ação de perguntar, e esta não se resume na execução de questionamentos rasos, os quais não contribuem para o exercício da criatividade e curiosidade. Portanto, faz-se necessário criarmos situações para que o sujeito se perceba enquanto um ser inacabado, rompendo com as adaptações e valorizando a superação dos desafios que lhe são lançados. É neste sentido que caminha o Ensino de Ciências na abordagem Investigativa.

Para Clement et al.:

O ensino por investigação prevê, dentre outros aspectos, uma participação ativa do estudante no processo de ensino-aprendizagem, o que lhes atribui maior controle sobre a sua própria aprendizagem. Os estudantes podem participar da discussão para problematização e apropriação das situações-problemas; fazer perguntas de forma a debater aspectos que sejam de seu interesse e que estejam relacionados às situações-problema; interagir com os seus colegas ao longo do trabalho; elaborar hipóteses, estratégias e propor soluções; relatar, discutir e avaliar os resultados alcançados (2015, p.117).

Diante do exposto, neste estudo buscamos responder a seguinte indagação: Como o Ensino de Ciências pode ser desenvolvido com estudantes do Ensino Fundamental, tendo em vista sua participação ativa no controle sobre a própria aprendizagem?

A partir deste questionamento, objetivamos refletir sobre a importância de um Ensino de Ciências pautado na autonomia, criatividade e criticidade do estudante. Mais especificamente, visamos ressignificar o Ensino de Ciências, por meio da eletrostática, com base na Experimentação Investigativa; e identificar Indicadores de Alfabetização Científica na atividade experimental.

Desta forma, este artigo está organizado em 3 seções. No Referencial teórico conceituamos Atividade Experimental Investigativa (AEI); abordamos sobre a Sequência

de Ensino Investigativa (SEI), que fundamenta este estudo; e delimitamos o lócus da pesquisa. Nos Procedimentos Metodológicos, definimos como este trabalho foi realizado, considerando fatores relacionados ao plano da atividade experimental e da pesquisa propriamente dita. Nos Resultados e Discussões, destacamos a importância do ensino investigativo para o desenvolvimento da Alfabetização Científica.

REFERENCIAL TEÓRICO

Atividades Experimentais Investigativas (AEI)

Araújo e Abib (apud OLIVEIRA, 2010) classificam as Atividades Experimentais em três tipos: *demonstração*, *verificação* e *investigação*. O quadro 1 destaca suas principais características.

Quadro 1 – Características das Atividades Experimentais

	Tipos de Abordagens das Atividades Experimentais		
	DEMONSTRAÇÃO	VERIFICAÇÃO	INVESTIGAÇÃO
1. Papel do Professor	Executar o experimento; fornecer as explicações para os fenômenos.	Fiscalizar a atividade dos alunos; diagnosticar e corrigir erros.	Orientar as atividades; incentivar e questionar as decisões dos alunos.
2. Papel do Aluno	Observar o experimento; em alguns casos, sugerir explicações.	Executar o experimento; explicar os fenômenos observados.	Pesquisar, planejar e executar a atividade; discutir explicações.
3. Roteiro de atividade experimental	Fechado, estruturado e de posse exclusiva do professor.	Fechado e estruturado.	Ausente ou, quando presente, aberto ou não estruturado.
4. Posição ocupada na aula	Central, para ilustração; ou após a abordagem expositiva.	Após a abordagem do conteúdo em aula expositiva.	A atividade pode ser a própria aula ou pode ocorrer previamente à abordagem do conteúdo.
5. Algumas vantagens	Demandam pouco tempo; podem ser integradas à aula expositiva; úteis quando não há recursos materiais ou espaço físico suficiente para todos os alunos realizarem a prática.	Os alunos têm mais facilidade na elaboração de explicações para os fenômenos; é possível verificar através das explicações dos alunos se os conceitos abordados foram bem compreendidos.	Os alunos ocupam uma posição mais ativa; há espaço à criatividade e abordagem de temas socialmente relevantes; o “erro” é mais aceito e contribui para o aprendizado.
6. Algumas desvantagens	A simples observação do experimento pode ser um fator de desmotivação; é mais difícil para manter a atenção dos alunos; não há	Pouca contribuição do ponto de vista da aprendizagem de conceitos; o fato dos resultados serem relativamente previsíveis não	Requer maior tempo para sua realização. Exige um pouco de experiência dos alunos na prática de atividades experimentais

	garantia de que todos estarão envolvidos.	estimula a curiosidade dos alunos.	
--	---	------------------------------------	--

Fonte: Adaptado de Oliveira (2010)

Ao analisarmos o quadro, podemos dizer que a abordagem *demonstração* é aquela na qual o professor executa o experimento, enquanto os estudantes apenas observam os fenômenos ocorridos. A de *verificação* é empregada com a finalidade de verificar ou confirmar alguma lei ou teoria. E a de *investigação* representa uma estratégia para permitir que os estudantes ocupem uma posição mais ativa no processo de construção do conhecimento, sendo o professor, um mediador ou facilitador desse processo.

Diante disto, pelo menos dois tipos de atividades experimentais podem ser identificados: o tradicional, no qual estão incluídas demonstrações, ilustrações, verificações e comprovação de teorias; e a experimentação investigativa, que envolve a participação do estudante na resolução de um problema (SOUZA, et al., 2013).

Na atividade experimental com enfoque tradicional, o estudante faz o que o professor determina, seguindo um roteiro, tal como uma receita culinária (TAMIR, 1977; DOMIN, 1999). Já no investigativo, tem-se como base o envolvimento do estudante na resolução de um problema.

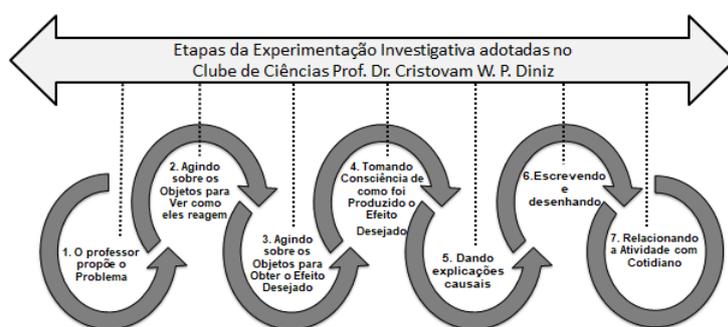
Como apontam Zanon e Freitas (2007, p. 95), na Atividade Experimental Investigativa (AEI), o professor “suscita o interesse dos estudantes a partir de uma situação problematizadora em que a tentativa de resposta dessa questão leva à elaboração de suas hipóteses”. O experimento não se resume à simples manipulação de materiais e coleta de dados, pois é planejado para que o estudante reflita, tomando consciência de suas ações e propondo explicações (CARVALHO et al., 2009). Para Azevedo e Abib (2018), esse entendimento é fundamental para a superação de um fazer desprovido de consciência.

Sequência de Ensino Investigativa (SEI)

As Sequências de Ensino Investigativas (SEIs) visam não somente a observação dos fenômenos – papel contemplativo; e/ou a realização dos passos de um experimento –

papel manipulativo (SANTOS, 2016). O que se almeja numa SEI é que os estudantes tenham, além das ações contemplativas e manipulativas, momentos para questionamentos; testes de hipóteses; trocas de informações; e sistematizações de ideias (CARVALHO et al., 2009)

Desta forma, Santos (2016) chama a atenção para a importância de ressaltar que Carvalho et al. (2009) não propõe um modelo de ensino com etapas fixas, e sim etapas essenciais, representadas na Figura 1.



Fonte: Rocha e Malheiro (2018).

Figura 1 – Etapas da SEI, conforme Carvalho et al. (2009)

Com base nesta proposta, destacamos que a investigação científica envolve inicialmente um Problema, acompanhado de uma pergunta simples, objetiva e que possa desencadear ações nos estudantes. Além disso, busca-se a “familiarização” e a resolução do Problema proposto, com diversas interações discursivas e reflexões sobre as relações de causa e efeito. Envolve, também, a contextualização do problema, relacionando-o com o cotidiano; e os registros, na forma de texto e/ou desenho, nos quais os estudantes apresentam uma síntese do processo adotado na sistematização do conhecimento (SANTOS, 2016).

É importante ressaltar que durante o percurso de uma SEI envolvendo as 7 etapas da Figura 1, há em alguns momentos, simultaneidade na implementação das mesmas. Desta forma, é possível verificar em Carvalho (2013) uma reorganização da sequência, estruturada em 4 etapas. No quadro 2, traçamos as relações e atualizações entre as etapas definidas pela autora.

Quadro 2 – Relação e atualização das Etapas de SEI

Etapas da SEI (CARVALHO et al., 2009)	Etapas da SEI (CARVALHO, 2013)
Etapa 1: O professor propõe o problema	Etapa 1: Distribuição de material experimental e proposição do problema pelo professor.
Etapa 2: Agindo sobre os objetos para ver como eles reagem. Etapa 3: Agindo sobre os objetos para obter o efeito desejado.	Etapa 2: Resolução do problema pelos alunos.
Etapa 4: Tomando consciência de como foi produzido o efeito desejado. Etapa 5: Dando explicação causais. Etapa 7: Relacionando atividade e cotidiano.	Etapa 3: Sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos.
Etapa 6: Escrevendo e desenhando.	Etapa 4: Escrever e Desenhar.

Fonte: A autora com base em Carvalho et. al. (2009) e Carvalho (2013).

As características atualizadas das etapas da SEI, para o Ensino de Ciências por Investigação e suas condições para implantação em sala de aula são descritas a seguir:

Quadro 3 – Etapas da SEI

ETAPA	CARACTERÍSTICA
1. Proposição de problema e distribuição do material experimental	Nesta etapa, o Professor-monitor faz a problematização, identificando os conhecimentos prévios e, inserindo os alunos no contexto da atividade experimental investigativa, em pequenos grupos, propõe um problema que estimule a curiosidade dos alunos e distribui o material, orientando sobre a segurança e cuidados na utilização destes. Destaca-se que é preciso responder às perguntas dos alunos com outras perguntas, não dando respostas, nem mostrando como manipular o material para obtenção de solução do problema.
2. Resolução do problema pelos alunos	Prioriza as ações manipulativas, condicionando o levantamento de hipóteses/previsões. E, também, elimina as variáveis entre o certo ou errado, estimulando a confiança do aluno. O Professor-monitor, nesta etapa, deve verificar se os grupos entenderam o problema proposto e deixá-los trabalhar.
3. Sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos	Nesta etapa, o papel do Professor-monitor é muito importante. A atividade experimental investigativa, neste momento, deve assegurar espaço e tempo para a sistematização coletiva do conhecimento. A interação dialógica entre todos os envolvidos na atividade deve promover processos metacognitivos na construção do conhecimento que está sendo sistematizado.
4. Escrever e desenhar relacionando ao cotidiano	É a etapa de sistematização individual do conhecimento. Período para a aprendizagem pessoal do aluno. O Professor-monitor solicita que os alunos escrevam ou desenhem livremente sobre o que aprenderam na atividade.

Fonte: A autora, com base em Carvalho (2013).

Desta forma, é importante que o professor compreenda cada uma das etapas acima, para saber o seu papel em todo o processo da Sequência de Ensino Investigativa. Além disso, ressaltamos que numa SEI, “a expressão de pensamentos precisa ser incentivada pelos professores, os quais devem estar aptos a fazer perguntas e a ouvir as respostas, assumindo um papel de orientador, considerando os estudantes como atores centrais de suas aprendizagens” (BARBOSA; MONTEIRO; ARAÚJO; MALHEIRO, 2021, p.27).

Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz

No Brasil, os Clubes de Ciências tiveram suas origens, a partir dos anos finais da década de 1950 com o “objetivo favorecer a vivência do método científico e incentivar a reprodução do que era feito em laboratórios de pesquisa pelos cientistas, uma concepção intimamente ligada ao contexto histórico marcado pelos avanços tecnológicos” (RAMALHO et. al., 2012, p.5).

Dado o caráter reprodutivo das formas como eram produzidos os conhecimentos científicos nos laboratórios, visualiza-se nesta tendência, um Ensino de Ciências baseado na neutralidade, geralmente, desprovido de qualquer processo investigativo.

Mancuso et al. (1996, p. 38) argumenta que, nesse período, as atividades científicas nos clubes “se davam, basicamente, pelo trabalho de construção de artefatos tecnológicos”. Essa concepção de Ensino de Ciências, a qual visa atender os avanços tecnológicos, foi cedendo lugar a outras formas de pensar a Ciência. Hoje temos, em sua maioria, como afirma Ramalho et al. (2012), a preocupação de tornar “ensino de ciências significativo, dando-lhe sentido pela associação teoria-prática, através de processos de investigação que enfatizam o cotidiano de realidades locais e regionais e ressaltam a interação do conteúdo científico com a dimensão social” (RAMALHO et. al., 2012, p.6).

Dessa forma, os Clubes de Ciências buscam se organizar no sentido de valorizar os participantes numa condição ativa, que lhes permitam ter maior controle sobre suas aprendizagens. Além disso, o conhecimento deixa de ser respostas padronizadas e passa a ser construído a partir da curiosidade e criatividade dos sujeitos, valorizando-se as

perguntas. Começa-se, então, a observar a importância dada ao diálogo, o qual permite superar uma centralidade, em prol da liberdade dos sujeitos envolvidos.

Na atualidade, as atividades de muitos Clubes de Ciências, dentre eles o Clube Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz, focalizam a valorização do sujeito que questiona, duvida, busca soluções e, conseqüentemente, não considera que os fenômenos estejam prontos e acabados. Neste contexto, o professor é um mediador nos processos de tomadas de decisões, considerando as investigações dos estudantes.

No que se refere ao Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz, lócus desta pesquisa, ressaltamos que o seu surgimento se deu “após discussões sobre as obras de Carvalho et al. (2009) no Grupo de Estudo, Pesquisa e Extensão FormAção de Professores de Ciências¹”, despertando nos participantes a vontade de colocar em prática, com crianças da Educação Básica (5º e 6º anos), Atividades Experimentais Investigativas que tivessem como ponto de partida um problema a ser resolvido (MALHEIRO, 2016, p. 109), .

De acordo com Malheiro (2016) o Clube desenvolve suas atividades na tendência da Experimentação Investigativa, por meio da Sequência de Ensino Investigativa (SEI), proposta por Carvalho et al. (2009), buscando ensinar Ciências com prazer e alegria.

É na concepção dessas etapas, que reside o grande potencial do Clube de Ciências como espaço de Educação Científica Não Formal. Ressaltamos que “os espaços de educação não formal, tornam-se aliados quando explorados com criatividade pelos professores, tornando-se úteis e complementares a educação científica construída pela educação formal” (FANFA et al., 2020).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta investigação foi realizada segundo uma abordagem de pesquisa qualitativa (FLICK, 2016), pois analisa experiências e examina interações que se desenvolvem em

¹ O Grupo FormAção traz como base a discussão e análise de textos sobre o Ensino de Ciências. Acontecia na UFPa, Campus Castanhal.

seus contextos. Quanto à finalidade, é classificada como Participante, pois se mantém ligada às ideias e ações sociais de tendência emancipatória (BRANDÃO, 2006).

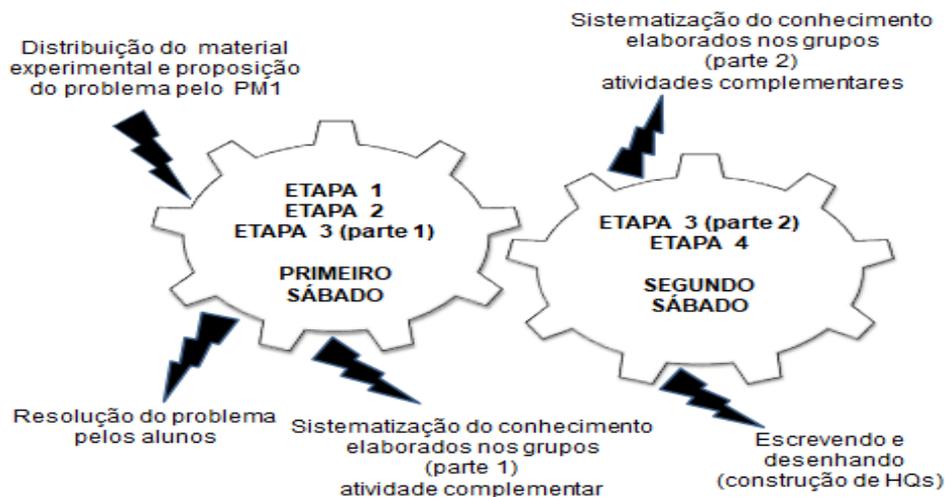
Os sujeitos participantes desta investigação foram três Professores-monitores² (PM1, PM2 e PM3), a autora da pesquisa (PM4) e oito estudantes (A1,..., A8), do Clube de Ciências Professor Dr. Cristovam W. P. Diniz. Ressaltamos que a redução do número de participantes se deu ao fato da dinâmica de funcionamento e o cronograma do Clube estarem em andamento. Para a seleção dos Professores utilizamos os critérios: disponibilidade, apoio e cooperação na execução da atividade. No que diz respeito aos estudantes, selecionamos os que tinham pelo menos 1 ano de vivência no Clube de Ciências; cursavam o 6º ano do Ensino Fundamental; e demonstravam interesse em participar da pesquisa.

O planejamento da Atividade Experimental Investigativa (AEI) foi realizado por meio do trabalho colaborativo dos Professores-monitores (PM1, PM2, PM3 e PM4). Além destes, destacamos a participação de uma mestrandia de outro Programa de Pós-Graduação da UFPA, a qual fazia levantamento de dados para sua pesquisa.

É importante ressaltar que este planejamento teve como base o vídeo didático: “Força Invisível³ – Experimento de Física, que se apresenta numa abordagem de ensino por demonstração; porém, propomos sua realização numa Sequência de Ensino Investigativa (SEI), desenvolvida em 2 sábados, no turno da manhã, totalizando 6h. A Figura 2, traz a representação da adaptação, realizada em 4 etapas, conforme Carvalho (2013).

² Estudantes de mestrado ou doutorado, com curso de curta duração da escola de formação para atuação do Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz.

³ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8cWFXiMlzXk>



Fonte: autora da pesquisa.

Figura 2 – Planejamento da atividade proposta

No primeiro sábado, após uma breve apresentação da equipe e da proposta de atividade, o PM1 fez a proposição do problema (ETAPA 1): *Como fazer os objetos girarem em cima de uma agulha, sem a influência do ar, utilizando um balão?*. Em seguida, formaram-se dois grupos (A e B) coordenados pelos PM-2 e PM-3, os quais distribuíram os materiais necessários, aos respectivos grupos.

A quantidade de material por grupo, além do total de materiais e suas especificações, está representada no quadro 4.

Quadro 4 – Materiais utilizados na atividade.

RECURSOS MATERIAIS	QUANTIDADE POR GRUPO	QUANTIDADE TOTAL
1. Tampas plásticas (com furo no centro)	01	02
2. Agulhas	01	02
3. Balões	04	08
4. Tiras de papel alumínio	01	02
5. Pedacos de canudos	01	02
6. Papel (quadrados pequenos)	01	02
7. Garrafas plásticas (fundo)	01	02
8. Toalhas (tecido)	04	08
9. Toalhas de papel	04	08

Fonte: autora da pesquisa

Com os materiais nos grupos, coordenados pelos Professores-monitores, os estudantes deram início a Etapa 2, na busca da resolução do problema. Priorizaram-se as ações manipulativas, condicionando o levantamento de hipóteses/previsões; além da eliminação de variáveis entre o certo ou errado, estimulando a confiança dos estudantes. Os Professores-monitores, neste processo, verificavam se os grupos entenderam o problema proposto, fazendo perguntas norteadoras.

A dificuldade inicial encontrada pelos estudantes permitiu a execução da primeira atividade complementar, com a exibição de um vídeo didático⁴ sobre eletricidade estática, para fundamentar as tomadas de decisões no processo de resolução do problema.

Após a resolução do problema, deu-se início a Etapa 3 (Parte 1), organizada com todos os estudantes, visando assegurar espaço e tempo para a sistematização coletiva do conhecimento, onde os estudantes tomam consciência de como foi produzido o efeito desejado, dão explicações causais e relacionam a atividade com o cotidiano.

No segundo encontro, houve a continuação da etapa 3 (parte 2). Inicialmente, foi realizada uma dinâmica de montagem de maquete pelos estudantes, organizados em grupos A e B, com os recursos materiais mencionados no quadro 5.

Quadro 5 – Material didático para confecção da maquete

<u>MATERIAL DIDÁTICO</u>	<u>POR GRUPO</u>	<u>TOTAL</u>
1. Isopor revestido de papel crepom (azul e verde)	01	02
2. Prédio confeccionado com TNT e enchimento	01	02
3. Raio confeccionado com TNT e enchimento	03	06
4. Nuvem confeccionada com TNT e enchimento	02	04
5. Para-raios confeccionado com TNT e enchimento	01	02
6. Círculos com sinais + (alaranjado) e - (azul)	06	12
7. Alfinetes (caixas)	01	02

Fonte: autora da pesquisa

Com a mediação dos Professores-monitores, os estudantes foram distribuindo pelo isopor revestido, os recursos materiais: prédio, raios, nuvens, para-raios e os círculos com sinais positivos e negativos até formar a maquete que representa o como a eletricidade é gerada nas nuvens, e conseqüentemente, a formação dos raios.

⁴ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ebD0ZVfVs6w&feature=youtu.be>

Vale ressaltar que essa atividade teve como base a curiosidade de um dos estudantes, o qual relacionou os raios à atividade experimental, Força Invisível. Desta forma, a proposta de construção da maquete teve como objetivo aproximar a atividade desenvolvida, com a realidade dos estudantes, partindo de suas experiências imediatas. Após esta construção foi exibido o vídeo: “De onde vem o raio e o trovão”⁵, com o propósito de aprofundar o conhecimento construído sobre cargas elétricas.

Nesta etapa, também, foram exibidos mais dois vídeos didáticos, sobre o átomo⁶ e cargas elétricas⁷, visando fortalecer os conhecimentos conceituais sobre os fenômenos trabalhados na atividade. Destacamos que todos os vídeos didáticos utilizados são de curta duração, e no formato de desenhos animados.

Finalizada a exibição e reflexões dos vídeos, deu-se início a Etapa 4, a qual foi realizada com base no gênero textual, intitulado Histórias em Quadrinhos (HQs). Para tanto, foi distribuída uma folha com 6 quadrinhos em branco, para cada estudante escrever e desenhar sobre o conhecimento construído na atividade experimental. Teve como objetivo trabalhar a sistematização individual do conhecimento, com base na resolução do problema proposto.

Em síntese, nesta SEI buscamos valorizar o desenvolvimento da Alfabetização Científica (AC), que “revela-se como a capacidade construída para a análise e a avaliação de situações que permitam ou culminem com a tomada de decisões e o posicionamento” (SASSERON, 2015).

Para sabermos se a atividade, Força Invisível, apresentou traços de AC nos estudantes, levantamos os Indicadores de Alfabetização Científica (quadro 6), tendo como base suas interações dialógicas.

⁵Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=EjINfH5z08w>

⁶ Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=cBpvHGn_se4

⁷ Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=b6Sb2U_gmbo

Quadro 6 – Indicadores de Alfabetização Científica (IAC)

IAC	DESCRIÇÃO
Seriação de Informações	Não necessariamente prevê uma ordem a ser estabelecida, mas pode ser um rol de dados, uma lista de dados trabalhados.
Organização de Informações	Pode ser vislumbrado quando se busca mostrar um arranjo para informações novas; ou já elencadas anteriormente.
Classificação de Informações	Ocorre quando se busca conferir hierarquia às informações obtidas
Raciocínio Lógico	Compreende o modo como as ideias são desenvolvidas e apresentadas e está diretamente relacionada à forma como o pensamento é exposto.
Raciocínio Proporcional	Refere-se à maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas.
Levantamento de Hipóteses	Aponta os instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema.
Teste de Hipóteses	Concerne nas etapas em que se colocam à prova as suposições anteriormente levantadas.
Justificativa	Aparece quando, em uma afirmação qualquer proferida, lança-se mão de uma garantia para o que é proposto.
Previsão	Este indicador é explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos.
Explicação	Surge quando se buscam relacionar informações e hipóteses já levantadas.

Fonte: Adaptado de Sasseron e Carvalho (2008).

Destacamos que estes Indicadores representam as competências próprias das ciências e do fazer científico (SASSERON; CARVALHO, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como já mencionado, a constituição dos dados deste estudo foi obtida por meio de uma Atividade Experimental Investigativa sobre Eletrostática, denominada Força Invisível, conforme a SEI proposta por Carvalho (2013), envolvendo estudantes de 6º ano do Ensino Fundamental, no Clube de Ciências Prof. Dr. Cristovam W. P. Diniz.

Apesar de a Eletrostática ser um objeto de conhecimento trabalhado, prioritariamente, no Ensino Médio, partimos do princípio de que "o conhecimento não é pensado por níveis. Ele é construído no pensamento de forma espiralada e vai se ampliando" (VARJAL, 1991, p.13). Desta forma, é importante ressaltar que a Atividade Experimental Investigativa desenvolvida neste estudo, teve em sua estrutura um arranjo introdutório sobre o assunto.

Dito isso, nos amparamos basicamente na concepção de Eletrostática como o estudo de fenômenos associados às cargas elétricas em repouso, regidas por alguns princípios,

dentre eles, o princípio da atração e repulsão das cargas elétricas (TEIXEIRA, 2018). Neste princípio, o processo de Eletrização de um corpo consiste na maneira como os elétrons são transferidos de um corpo a outro.

A carga elétrica, por sua vez, é uma propriedade das partículas elementares que compõem o átomo, sendo este, formado por prótons, nêutrons e elétrons. Os prótons localizam-se no núcleo do átomo e possuem carga elétrica positiva; os elétrons ficam na eletrosfera, região ao redor do núcleo atômico, e têm carga negativa; e os nêutrons, também localizados no núcleo atômico, não possui carga elétrica.

Desta forma, existem dois tipos de cargas elétricas: cargas positivas e cargas negativas. As cargas elétricas de mesmo nome (mesmo sinal) se repelem e as de nomes contrários (sinais contrários) se atraem.

Um corpo em seu estado normal, não eletrizado, possui um número de prótons igual ao número de elétrons. Conforme Teixeira (2018), para que um corpo, inicialmente neutro, fique eletricamente carregado, precisa passar por um processo de Eletrização, que pode ocorrer, basicamente, de três formas (quadro 7):

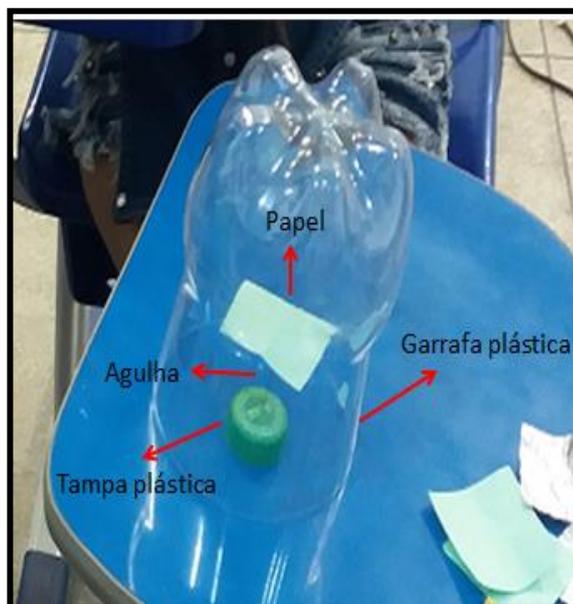
Quadro 7 – Formas de eletrização

FORMAS	DESCRIÇÃO
1. Eletrização por atrito	Ocorre quando dois corpos neutros e feitos de diferentes materiais são atritados entre si, um deles ganha elétrons e o outro perde elétrons. Nesse tipo de Eletrização, os dois corpos ficam com carga de módulo igual, mas com sinais opostos.
2. Eletrização por contato	Ocorre quando dois corpos condutores, estando um deles eletrizado, são colocados em contato, e a carga elétrica é redistribuída entre os dois, estabelecendo equilíbrio eletrostático. Ao fim desse processo, os dois corpos ficam com a mesma carga.
3. Eletrização por indução	Ocorre quando a distribuição de carga é induzida (provocada) pela presença do bastão carregado, por exemplo, não pelo contato real. Na Eletrização por indução, o induzido eletriza-se com carga de sinal contrário à do indutor.

Fonte: Autora da pesquisa (adaptado de TEIXEIRA, 2018).

Entendemos que os conceitos tratados acima, foram necessários para a organização e planejamento, junto aos Professores-monitores, pois são as bases conceituais para sistematização (coletiva ou individual) do conhecimento dos estudantes, tendo em vista a

Sequência de Ensino Investigativa (SEI) sobre eletrostática, a qual permitiu a construção do aparato experimental, representado na figura 3.



Fonte: autora da pesquisa

Figura 3 – Aparato experimental montado

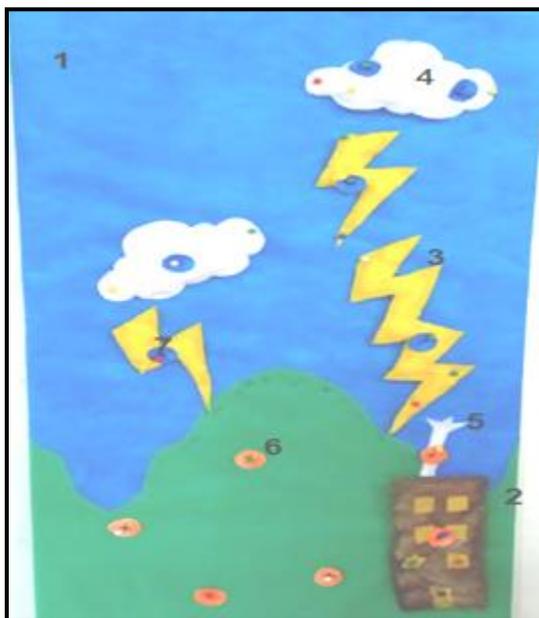
É importante destacar que, o problema foi resolvido quando os estudantes conseguiram, a partir da mediação⁸ dos Professores-monitores, encaixar a agulha em uma tampa plástica; equilibrar um objeto (quadrados de papel, pedaços de canudos ou fitas de papel alumínio) na agulha, e cobri-los com a garrafa plástica, impedindo a passagem do ar. Além disso, para fazer os objetos girarem sem influência do ar, foi necessário encher o balão e atritar com outro objeto (flanela, cabelo, calça), ocorrendo a eletrização por atrito. Com o balão eletrizado, os estudantes movimentaram-no ao redor da garrafa para produzir o efeito desejado, por meio da eletrização por indução.

Assim, conclui-se que se aproximarmos um objeto eletrizado negativamente de outro neutro, as cargas negativas, em excesso, do material eletrizado, vão atrair as cargas positivas dos átomos da região de aproximação e, conseqüentemente, vão repelir as cargas

⁸ A mediação acontece por meio de perguntas, com cuidado para não dar respostas prontas aos estudantes.

de sinal negativo destes átomos. Desta forma, mantendo a aproximação do balão eletrizado com aparato experimental, agora disposto em dipolo elétrico, haverá a atração entre ambos, possibilitando o movimento observado na atividade experimental.

Como observamos na seção anterior, também houve nesta SEI, a construção de uma maquete (Figura 4), como atividade complementar, a fim de aproximar os conteúdos conceituais sobre eletricidade à realidade dos estudantes.



Fonte: autora da pesquisa.

Figura 4 – Maquete montada pelos estudantes

Desta forma, o conhecimento foi construído visando compreender como a eletricidade é gerada nas nuvens para formar os raios. Neste processo, os estudantes, em constante aproximação com a atividade força invisível, consideraram que os raios são formados a partir da eletrização de nuvens, a qual se dá pelo atrito.

As cargas elétricas negativas das nuvens induzem (atraem) as cargas positivas do solo, ou vice-versa. Quando esse fenômeno ocorre, forma-se o raio, o qual tem o formato de zigue-zague. Os para-raios foram utilizados para representar a forma mais comum na proteção de casas e prédios, contra este fenômeno natural, os quais têm como função direcionar as descargas elétricas atmosféricas para o solo.

Esta atividade complementar foi bem atrativa aos estudantes, tanto que nas Histórias em Quadrinhos (HQs) optaram, por unanimidade, escrever e desenhar sobre o processo de formação dos raios; em vez de representarem o aparato experimental da atividade Força Invisível. A Figura 5 apresenta a HQ do estudante A1.



Fonte: autora da pesquisa

Figura 5 – HQ produzida pelo A1.

Diante das dificuldades de visualização do diálogo estabelecido aos personagens desta HQ, optamos por transcrevê-lo no quadro 8:

Quadro 8 – Transcrição de escrita das personagens da HQs do A1

QUADRÍCULA DA HQs	TIPO BALÃO/REGISTROS ESCRITOS NA HQs
1	Balão 1 - Mãe: Lila desligue a TV. Está chovendo lá fora.
2	Balão 1 - Lila: Por que mãe? Balão 2 - Mãe: Porque conduz a eletricidade
3	Balão 1 - Lila: ? Balão 2 - Mãe: Vou explicar
4	Balão 1 - Mãe: As nuvens têm uma carga chamada elétrons. E o solo tem uma outra carga chamada prótons.
5	Balão 1 - Mãe: Quando as nuvens se atritam formam o raio.
6	Balão 1 - Mãe: O raio procura pontos altos com as cargas dos prótons como para-raios, montanhas ou árvores.

Fonte: Autora da pesquisa com base na HQs do A1.

É possível reconhecer a sistematização individual do estudante no desenvolvimento de habilidade investigativa, numa extensão contínua e relacionada com a realidade e do

que foi trabalho durante a SEI. Portanto, nesta HQ há indícios de compreensão da ideia principal da Atividade Experimental Investigativa.

Ressaltamos que durante todo o processo de realização da SEI a demonstração cedeu lugar à experimentação, favorecendo a identificação de vários Indicadores de Alfabetização Científica (SASSERON, 2008), conforme quadro 9:

Quadro 9 – Indicadores de Alfabetização Científica (IAC) identificados na SEI

Etapas da SEI	IAC
1. Distribuição de material experimental e proposição do problema pelo professor.	Organização de informação
2. Resolução do problema pelos alunos.	Organização de informação Levantamento de hipótese Teste de hipótese Explicação Justificativa
3. Sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos	Levantamento de hipótese Teste de hipótese Explicação Justificativa Raciocínio lógico Raciocínio proporcional Classificação de informação Previsão
4. Escrever e Desenhar	Organização de informação Classificação de informação Levantamento de hipótese Serição de informação Raciocínio proporcional Explicação Justificativa

Fonte: Autora da pesquisa.

Vale ressaltar, que este levantamento se deu com base nas análises dos turnos de fala dos sujeitos envolvidos. Desta forma, nota-se que nesta proposta de trabalho há a presença de todos os Indicadores de Alfabetização Científica propostos por Sasseron e Carvalho (2008), tais como: Seriação de Informações, Organização de Informações, Classificação de Informações, Raciocínio Lógico, Raciocínio Proporcional, Levantamento de Hipóteses, Teste de Hipóteses, Justificativa, Previsão, e Explicação; sendo uns mais frequentes numa fase, em detrimento de outras. Com isso, observamos a presença de habilidades necessárias para o desenvolvimento da Alfabetização Científica, entendida aqui como a capacidade de organizar seu pensamento de maneira lógica, além

de auxiliar na construção de uma consciência mais crítica (SASSERON; CARVALHO, 2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Resgatando a questão de pesquisa e o objetivo delimitado neste estudo, podemos dizer que a atividade experimental na perspectiva investigativa é uma grande aliada para a formação de sujeitos com participação ativa no controle sobre a sua aprendizagem, pois permite que os estudantes ocupem uma posição mais ativa na construção do conhecimento, sendo o professor, um mediador ou facilitador desse processo.

Com isso, a ressignificação do Ensino de Ciências, da demonstração para investigação, impulsiona um trabalho com diversas interações discursivas e reflexões sobre a relação de causa e efeito do fenômeno estudado, permitindo além da sistematização individual e coletiva do conhecimento; a contextualização do objeto de estudo, relacionando-o com o cotidiano.

Desta forma, a resolução do problema da Atividade experimental Força Invisível, que tem como base os princípios eletrostáticos, favoreceu não somente a compreensão básica de termos e conceitos científicos fundamentais sobre eletrostática; mas também, a compreensão da natureza das ciências e o entendimento das relações existentes entre ciência e ambiente.

Além disso, foram identificados Indicadores de Alfabetização Científica em todas as etapas da SEI, favorecendo o desenvolvimento das competências próprias das ciências e do fazer científico. Tal fato permite-nos considerar que um ambiente investigativo, nas aulas de Ciências, impulsiona o processo de ensino e aprendizagem para a ocorrência de Alfabetização Científica, compreendida neste estudo como a capacidade construída para a análise e a avaliação de situações que permitam ou culminem com a tomada de decisões e o posicionamento dos estudantes.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, M. N.; ABIB, M. L. V. S.; TESTONI, L. A. Atividades investigativas de ensino: mediação entre ensino, aprendizagem e formação docente em ciências. **Ciênc. Educ.**, Baurú, v. 24, n. 2, p. 319-335, 2018.

BARBOSA, D. F.; MONTEIRO, J.; ARAÚJO, M.; MALHEIRO, J. M. Ensino por Investigação em Ciências: Concepção e Prática na Educação não formal. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 4, n. 1, p. 25-41, 19 fev. 2021.

BRANDÃO, C. R. A Pesquisa Participante e a participação da pesquisa: um olhar entre tempos e espaços a partir da América Latina. In Brandão, C.R.; Streck, D.R. (Eds), **Pesquisa Participante: a partilha do saber**. Aparecida: Ideias e Letras. 2006.

CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. I.; BARROS, M. A.; GONÇALVES, M. E. R, REY, R. C. Ciências no ensino fundamental: O conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 2009.

_____. **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula**. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) – São Paulo: Cengage Learning, 152 p. 2013.

CLEMENT, Luiz; CUSTÓDIO, José Francisco; FILHO, José de Pinho Alves. Potencialidades do Ensino por Investigação para Promoção da Motivação Autônoma na Educação Científica. In: **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.8, n.1, p.101-129, maio 2015.

DOMIN, D. S. A Review of Laboratory Instruction Styles. **Journal of Chemical Education**. 76 (4), p. 543-547. 1999.

FANFA, M.; MARTELLO, C.; GUERRA, L.; TOLENTINO NETO, L.; TEIXEIRA, M. Espaços de Educação Não Formal e Alfabetização Científica: um olhar sob a exposição do MAVUSP. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 3, n. 5, p. 98-113, 18 dez. 2020.

FLICK, W. **Introdução a Pesquisa Qualitativa**. Trad. Joice Elias Costa. Terceira Edição. Porto Alegre: Artmed. 2016.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários a prática educativa**. 27 ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

MALHEIRO, J. M.S. Atividades experimentais no ensino de ciências: Limites e possibilidades. In: **ACTIO**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 108-127, jul./dez. 2016

MANCUSO, R. (coord.). **Clubes de Ciências: criação, funcionamento, dinamização**. Porto Alegre: SE/CECIRS, 1996.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. In: **Acta Scientiae**. Canoas, v. 12, p. 139-153, jan/jun, 2010.

RAMALHO, P. F. N.; CHAVES, R. K. C.; SANTOS, J.; SERBENA, A. L.; SERRATO, R. V.; REIS, R. A. Clubes de Ciências: Educação Científica aproximando universidade e escolas públicas no litoral paranaense. **Anais...** do VIII ENPEC, 2012. 2011?

ROCHA, C. J. T.; MALHEIRO, J. M. S.; Interações dialógicas na experimentação investigativa em um Clube de Ciências: proposição de instrumento de análise metacognitivo. **Amaz RECM**, v.14 (29), Especial Metacognição, v. 14, p. 193-207. 2018

SANTOS, R. A. **O desenvolvimento de Sequências de Ensino Investigativas como forma de promover a Alfabetização Científica dos alunos dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental**. 157f. Dissertação mestrado Programa de Pós-Graduação em Formação de Professores da Educação Básica (PPGE). Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC-BA, 2016.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: O papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula** – São Paulo: Cengage Learning, v. 1, p. 41-62, 2013.

_____.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v.13, n. 3, 333-352, 2008.

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

SOUZA, F. L.; et al. **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. (Org.) Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. 2013.

TAMIR, P. **Practical work at school**: An analysis of current practice. In: WOOLNOUGH, B. (ed). **Practical Science**. Milton Keynes: Open University Press, 1991.

TEIXEIRA, M. M. "O que é carga elétrica?"; **Brasil Escola**. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-e-carga-eletrica.htm>>. Acesso em 01 de dezembro de 2018.

VARJAL, Elizabeth. Para além da grade curricular. In: Revista Educação e Debate. SINTEPE (Sindicato dos Trabalhadores em Educação de Pernambuco), Ano 1, na 1, 1991.

ZANON, D.; FREITAS, D. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciências & Cognição**, v 10, p. 93-103, 2007.