

ÓPTICA GEOMÉTRICA SOB A LUZ DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO FUNDAMENTAL

Investigative Activities of Physics in Fundamental Teaching

Débora Oliveira dos Santos (deborasantos546@gmail.com)

José Galúcio Campos (zeczajgc@gmail.com)

Instituto Federal do Amazonas – IFAM

AV. Sete de Setembro, 1975.

Recebido em: 15/09/2017

Aceito em: 09/04/2018

Resumo

O presente artigo está baseado em um trabalho de pesquisa de monografia, inserido na perspectiva que investiga a aprendizagem de conceitos científicos em abordagens com enfoque no Ensino por Investigação em Ciências. Realizamos uma discussão de natureza investigativa. Relatamos um estudo sobre uma intervenção referente ao tópico de Óptica, concebida para auxiliar as aprendizagens: desenvolvimento processual das atividades, participação ativa nas discussões, argumentação, reflexão e autonomia. A intervenção foi realizada em seis turmas, com 240 estudantes, do 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública de Manaus. Abordamos uma análise preliminar dos dados obtidos com caráter qualitativo (com auxílio do Diário de Bordo produzido durante a aplicação da atividade). Os resultados apontam que a atividade investigativa, do modo como foi conduzida, possui potencial para favorecer o Ensino por Investigação e de tornar o estudante mais ativo no processo.

Palavras-chave: Ensino de Física; Ensino por Investigação; Laboratório Aberto.

Abstract

This present article it is based on a thesis research work, inserted into perspective that investigates the learning of scientific concepts in approaches with a focus on Education for Research in Science. We conducted a discussion of investigative nature. We report a study on a topic related to the intervention of optics designed to assist learning: development of procedural activities, active participation in discussions, arguments, reflection and autonomy. The intervention it was held in three classes, with 240 students, the 9th grade of elementary school to a public school in Manaus. We address a preliminary analysis of data obtained from qualitative way (with the aid of Diary produced during application of the activity). The results show that the investigative activity, the way it was conducted, has the potential to foster education for research and to make the student more active in the process.

Keywords: Physics Teaching; Inquiry Teaching; Open Laboratory.

I. Introdução

Ainda é desafiador ensinar Ciências Naturais nos diferentes níveis desde o básico à graduação. Não há dúvidas de que um, dentre estes vários problemas encontrados, consiste na não adoção das novas práticas metodológicas que emergiram após as reformulações curriculares sofridas na Educação básica desde o começo do século XX. Mário Sérgio Cortella (2014) ressalta este fenômeno ao dizer: “que há o medo de se utilizar do novo em Educação”.

Santos (2013) explica que o Ensino, em geral, ainda é feito sob a égide do modelo comportamental (tradicional) de ensino-aprendizagem. Este modelo supõe que o conhecimento consiste em um movimento de fora pra dentro – o estudante não sabe de nada e fica, passivo, ouvindo o professor, que sabe tudo. Em contrapartida ao modelo comportamental temos o modelo dialogal – o diferencial deste modelo é que ele é de orientação construtivista e coloca o estudante como participante ativo do seu aprendizado. Isto vai ao encontro das atuais tendências teórico-metodológicas da Educação que tem como pressuposto a “ação” do estudante diante da busca pelo conhecimento.

A adoção desta orientação construtivista provoca mudanças radicais na prática do professor: ele deixa de ser o detentor do saber e torna-se colaborador e mediador. Na educação atual já não é mais suficiente, apenas, o Ensino de saberes, há de se desenvolver habilidades e competências de modo que os estudantes levem-nas para a vida (CORTELLA, 2013; PERRENOUD, 2013). Desta forma, o professor, além de ensinar saberes, deve ensinar aspectos procedimentais para a obtenção de conhecimento e, esta exigência impõe que durante o processo formativo, o professor, não pode limitar-se, apenas, a obter conhecimento científico na Ciência dura em que está recebendo formação (Física, Química, Biologia), ele precisa também buscar conhecimento histórico e epistemológico para que obtenha erudição sobre os processos da construção do conhecimento.

Pozo e Crespo (2009) levantam as questões relativas as dificuldades encontradas sobre o porquê dos estudantes não aprenderam a Ciência que lhes é ensinada. Uma das respostas oferecidas por estes autores recaem sobre o modelo de Ensino. Podemos inferir do que foi exposto o seguinte: além do modelo tradicional excluir o estudante, ele também retira da Ciência sua característica social – o Ensino de Ciências não mantém correlação com nenhum evento natural ao nosso redor.

É notório, dado a incapacidade quase que generalizada, de que nossos alunos não conseguem utilizar o arsenal teórico oferecido pelas aulas de Ciências, para descrever a realidade circundante mesmo quando direcionamos o foco para fenômenos naturais mais simples e evidentes. Isto nos faz crer que começar do abstrato e partir para o cotidiano não funciona. De acordo com as teorias de Piaget, o desenvolvimento cognitivo é desenvolvido melhor quando iniciado do concreto para o abstrato, ou seja, da prática para a teoria. O contrário vem se mostrando mais eficaz e vem sendo ressaltado pelas pesquisas em Ensino e Educação em Ciências. De acordo com Lorenzato (2006) é muito difícil, ou provavelmente impossível, para qualquer ser humano caracterizar espelho, telefone, bicicleta ou escada rolante sem ter visto, tocado ou utilizado esses objetos. Para as pessoas que já conceituaram esses objetos, quando ouvem o nome do objeto, sem precisarem dos apoios iniciais que tiveram dos atributos tamanho, cor, movimento, forma e peso. Os conceitos evoluem com o processo de abstração; a abstração ocorre pela separação.

Ao que parece, desde a inclusão da Ciência como disciplina curricular ainda ao final do século XIX e começo do XX, sempre houveram tribulações enquanto a maneira que deveria ser ensinada. Isto se refletiu e, ainda reflete, nas contínuas reformas curriculares ocorridas ao longo dos tempos. Trópia (2009), Rodrigues e Borges (2008) e Zômpero e Laburú (2011), fizeram um levantamento histórico sobre as influências e modificações que a Educação e o Ensino de Ciências sofreram desde sua inclusão no sistema educacional. Ficou evidente destes trabalhos que as sugestões sobre como as

Ciências Naturais deveriam ser ensinadas nas escolas se orientavam em dois vetores: (i) o primeiro consistia em que estudante tivesse um papel ativo no seu processo de aprendizagem; (ii) o segundo almejava diminuir a distância entre as Ciências de referência e a Ciência escolar.

Como exemplo retirado destes autores citados destacamos a influência exercida no sistema educacional norte-americano pelo filósofo do pragmatismo John Dewey. Ele sugeriu que a proximidade entre as duas Ciências fosse diminuída sob à luz do método científico e que, ao apropriar-se das etapas deste método, o aluno tornar-se-ia ativo na busca pelo conhecimento. Esta demanda metodológica promoveu uma aproximação *sui generis* a ponto de que, com o passar dos anos, as atividades experimentais tornar-se-iam “o Santo Graal” resolvidor de todos os problemas do Ensino de Ciências.

Estas influências ocorreram na Física através de grandes projetos norte-americanos como *Physical Science Study Committee* (PSSC), da década de 1950, e o *Harvard Project Physics*, que em sua versão original data 1970. Outra grande reforma curricular ocorreu na Inglaterra por meio do *Nuffield Physics Project* – nunca traduzido para o português. No Brasil, houve o PEF – Projeto de Ensino de Física – iniciativa do Instituto de Física da USP que ocorreu na mesma época dos projetos anteriores. Devido a baixa qualidade dos *kits* experimentais, o desconhecimento das realidades diferenciadas que cada país apresenta, o despreparo pedagógico por parte das comissões de especialistas em Física e erros de tradução, todos estes projetos falharam e tiveram curto período de duração. Contudo, ainda hoje, as atividades experimentais ocupam um lugar privilegiado no magistério e muitos docentes tem-na como a grande solução para os males da aprendizagem.

Entendemos que só a atividade experimental, *per se*, não seja capaz de trazer consigo o acréscimo qualitativo ao Ensino de Física (ou das demais Ciências Naturais), deve haver algo a mais. A ação do aluno não deve se limitar a seguir roteiros experimentais preestabelecidos pelo professor e, por sua vez, o professor deve entender que a proximidade com o fazer Ciência do cientista não tem no método científico uma normativa algorítmica do tipo: siga estes passos que o sucesso tá garantido!

Como posto por Vickery (2016) a ação deve visar a maestria do fazer e deve estimular o lado cognitivo de maneira mais intencional e objetiva. Neste artigo propomos relacionar a maestria da utilização de equipamentos experimentais e a proposição de hipóteses pelos alunos com o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordem superior, as chamadas habilidades cognitivas como visto em Zoller (2002), Zoller *et al* (2002), Zoller e Pushkin (2007), e Stuart e Marcondes (2008). Estas conexões terão como pano de fundo o referencial teórico conhecido como “Ensino por Investigação” baseado na tendência de “Laboratório Aberto”. Assim, o aluno deverá solucionar um problema por meio de atividades experimentais abertas (não estruturadas) e diremos que a “ação” do estudante será a “investigação” para solucionar o problema proposto dentro de uma área específica da Física, a saber: a óptica geométrica.

II. Base teórica

O Ensino por Investigação (EI) é um referencial teórico – há autores que o chamam de tendência ou abordagem – que sofreu várias influências e modificações ao longo dos anos. Sua origem retoma ao final do século XIX e começo do século XX e, ainda no século XX, o EI se confunde com as próprias reformas curriculares ocorridas no Ensino de Ciências Naturais.

Nos EUA o EI é fruto das ideias progressistas na Educação que tiveram no filósofo do pragmatismo, John Dewey, o seu maior expoente. Por isto é fácil ver que o nome de Dewey está associado as abordagens de resolução de problemas e da aprendizagem baseada em projetos

(BARROW, 2006). A Educação Progressista emergiu como crítica à Educação Tradicional (jesuítica) que é centrada no professor (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011). Santos (2013) explica que o que temos, em verdade, é a crítica ao modelo “comportamental” de Ensino – que é aquele que, além de ser centrado no professor, tem o aluno como um saco vazio.

Há uma certa polissemia relativa ao termo EI que nos conduzem a diferentes estratégias metodológicas associadas a cada uma delas. Isto deve-se ao fato da confusão feita com o devido emprego da palavra inglesa *Inquiry* e da diferenciação existente entre as designações *teaching as inquiry* (entenda-se “ensino como investigação”) e *inquiry teaching* (traduz-se como “ensino por investigação”). A primeira diz respeito à investigação como tópico curricular ou conteúdo de Ensino, a segunda como uma estratégia de ensino ou pedagogia (RODRIGUES e BORGES, 2008). De acordo com o levantamento histórico feito por Zômpero e Laburú (2011) encontramos os seguintes significados que os teóricos em Educação em Ciências Naturais atribuem para o termo *inquiry*: resolução de problemas, aprendizagem baseada em projetos, questionamentos críticos, atividades experimentais abertas, aprendizagem por descoberta, resolução de problemas, etc. Como já dissemos todos eles exigem diferentes demandas metodológicas. Então, afinal, quando falamos de EI, estamos falando do quê? O que uma atividade didática deve atender para que a chamemos de EI?

Mesmo nos EUA onde a prática do EI nas aulas de Ciências Naturais é bastante recomendada e consolidada, não há um consenso sobre o que seja o EI (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011; TRÓPIA, 2009; BARROW, 2006). Contudo, convergências sobre o que as diferentes abordagens do EI devem atender, emergiram por volta da década de 1980 e, todas elas entendem que existe um grande distanciamento entre a Ciência ensinada nas escolas e a Ciência praticada nas Universidades e segue abaixo os pontos de convergência que uma atividade didática deve atender para que seja tida como EI (MUNFORD e LIMA, 2007; SÁ et al., 2009; ZÔMPERO e LABURÚ, 2011; TRÓPIA, 2008): ela deve trazer consigo um problema de orientação científica com resolução não trivial, este problema deve fazer sentido para os alunos, pois eles devem se engajar na sua resolução, o problema deve instigar os alunos a formularem hipóteses explicativas sobre ele, o desenvolvimento de um planejamento (roteiro) para o processo investigativo elaborado pelos alunos, os alunos devem buscar novas informações por meio de pesquisas bibliográficas sobre o problema investigado, os alunos devem fazer algum esforço para interpretar estas novas informações advindas da pesquisa bibliográfica, e a comunicação dos resultados obtidos pelos alunos deve, obrigatoriamente, basear-se em evidências.

Dependendo do direcionamento que o professor atribui a atividade investigativa um acento maior será dado em algum(ns) ponto(s) em detrimento de outros.

O EI tem uma relação mais próxima com o modelo dialogal encontrado em Santos (2013) mas, consegue ir mais longe, pois o diálogo é apenas uma das dimensões contempladas pelo espectro de abordagens contidas no EI (CARVALHO, 2014 e 2015). O EI é uma abordagem do Ensino e Educação em Ciências Naturais que visa, não apenas, ensinar Ciências, mas também, fazer Ciência e ensinar sobre Ciências – o processo de construção científica é uma meta onde o EI definitivamente põe o acento, assim, esta abordagem favorece (a) o desenvolvimento do raciocínio lógico, (b) o desenvolvimento de habilidades cognitivas, (c) a cooperação entre os alunos e (d) a aproximação de alguns aspectos do *modus operandi* de um cientista (CARVALHO, 2013 e 2014; ZÔMPERO e LABURÚ, 2011; TRÓPIA, 2009; BORGES e BORGES, 2008). Contudo, não devemos perder o foco de que esta proximidade tem fins pedagógicos e o papel do professor é fundamental para conduzir e mediar os estudantes inseridos nesta prática.

A adoção desta abordagem por parte do professor exige, sobremaneira, uma significativa mudança de postura, dado que nem sempre ele será o detentor do conhecimento almejado pelo

estudante, em vários aspectos o professor será um colaborador (mediador/orientador). Assim, faz-se *mister* o planejamento rigoroso das atividades investigativas por parte do professor (TRÓPIA, 2009).

Devido a proximidade com a prática do cientista, nas aulas de Ciências Naturais e da Física em particular, o professor quase sempre adota o desenvolvimento de atividades experimentais. Muitos professores apontam que as atividades práticas promovem um maior engajamento dos estudantes para com o aprendizado (FRANCISCO JR *et al.*, 2008; GIORDAN, 1999), dizem que elas favorecem a construção de conceitos abstratos (LIMA *et al.*, 2008; FERREIRA *et al.*, 2010) e, além disto, por meio delas os alunos adquirem uma visão menos ortodoxa da Ciência, – pois os alunos pensam que o laboratório é lúdico e que a experiência *per se* está mais relacionada com os sentidos (GIORDAN, 1999).

De acordo com Munford e Lima (2007), nem sempre temos atividades experimentais no EI, pois nem sempre as atividades experimentais apresentam o pressuposto básico do EI que é: “a ação do aluno para investigar problemas abertos”. Desta forma, há de se ter em mente duas situações: (i) o papel das atividades experimentais no Ensino de Ciências, e (ii) mesmo devido a proximidade com a prática do cientista, não é prudente que o docente pretenda fazer mera transposição direta da prática do cientista para a sala de aula.

Giordan (1999) diz que foi uma prática comum no Ensino de Ciências na década de 1960 a transposição direta da prática do cientista para a prática das atividades nas escolas. Diante disto, Borges (2002) problematiza a questão relativa aos rumos que o laboratório de Ciências deveria tomar de modo que devemos pôr com clareza a diferença existente entre as práticas do Laboratório Tradicional (LT) com aquelas do Laboratório Aberto (LA).

Autores como Carvalho (2013 e 2014), Borges (2002) e Giordan (1999) asseguram que o LA é uma atividade investigativa em que o professor propõe uma situação-problema aberta e de solução não trivial em que os estudantes deverão resolvê-la por meio de uma atividade prática que deve atender seis momentos pedagógicos: a proposição da questão-problema pelo professor, o levantamento de hipóteses, a elaboração do plano de trabalho para desenvolver a atividade prática, montagem dos arranjos experimentais e a coleta de dados, a análise dos dados e a comunicação dos resultados.

Por outro lado, o LT é aquele em que os estudantes realizam atividades práticas que envolvem observações e medições com a finalidade de verificação de leis, confirmação de teorias estabelecidas, ilustração de conceitos aprendidos em aulas teóricas e aprender a utilizar instrumentos de laboratório. Esta prática de LT vem propondo um impacto negativo no Ensino de Ciências e da Física (BORGES, 2002).

Zoller *et al.* (2002), Zoller e Bushkin (2007), Suart e Marcondes (2008) e Suart *et al.* (2010) dizem que o LT exige pouco dos estudantes, pois para terem sucesso nesta atividade é suficiente que os alunos utilizem meras habilidades cognitivas algorítmicas e/ou habilidades cognitivas de baixa ordem. As habilidades cognitivas de baixa ordem requerem dos estudantes, apenas, relembrar informações ou aplicar a teorias ou conhecimento em situações e contextos triviais as quais podem ser resolvidas por meio de procedimento algorítmicos via aplicação de equações e fórmulas matemáticas. Ao passo que, segundo os mesmos autores, com o LA o professor pode desenvolver habilidades cognitivas de alta ordem. Estas habilidades são utilizadas na investigação, na resolução de problemas (não exercícios), nas tomadas de decisões, no desenvolvimento dos pensamentos crítico e avaliativo (ZOLLER, 1993), bem como na argumentação explicativa (CARVALHO, 2013 e 2014).

III. Metodologia

Esta pesquisa apresenta características de uma pesquisa qualitativa, pois são elementos da pesquisa pessoas, fatos, fenômenos, locais onde todos estes elementos compõem uma rede complexa de retroalimentação não linear e contribuem para caracterizar o objeto de pesquisa (CHIZOTTI, 2014; DEMO, 2011), a saber: o processo de ensino-aprendizagem. A fonte direta dos dados é o ambiente natural, cujo o significado e os sentidos construtores da realidade circundante relativa à pesquisa serão dado pelo observador – valendo-se do seu arbítrio, – pois ele é o elemento principal da pesquisa (SUART e MARCONDES, 2008; CRESWELL, 2010 e 2014; DEMO, 2014; STRAUSS e CORBIN, 2008).

Pesquisa participante

Nesta pesquisa desenvolveremos uma pesquisa qualitativa na modalidade de “pesquisa participante (PP) (DEMO, 1995; BRANDÃO, 1999). Apesar de conhecida na área da Sociologia e na Educação, como não temos notícias de algum trabalho no Ensino de Física que tenha utilizado a PP, faremos, abaixo, alguns comentários relevantes sobre ela.

Demo (1995) diz que a PP nasceu devido ao desapontamento com pesquisa tradicional (empírico positivista) que exclui toda a dimensão da qualidade política, que confunde relevância com mensurabilidade, – que só entende como cientificamente aceitável aquilo que aparece sob forma de taxa, índice, coeficiente, indicador, enfim, qualquer métrica, – aquela em que há a ditadura do método sobre a realidade colhendo da realidade apenas aquilo que cabe no método amputando assim, importantes aspectos da tessitura da realidade.

Na PP o problema da pesquisa origina-se na comunidade (escola) ou no próprio local trabalho (BRANDÃO, 1999). A população investigada não é passiva, pois participada do planejamento e da condução da pesquisa além de discutir sobre quais problemas deverão ser investigados (GIL, 2010).

Outra característica adjacente, a PP consiste em diminuir a distância entre: (i) teoria e prática e (ii) conhecimento e enfrentamento de problemas relevantes para o contexto social (DEMO, 1995). Disto implica que a PP tem caráter emancipatório, pois o conhecimento resultante da pesquisa é, ao final, devolvido para a população investigada que o utiliza para modificar/transformar e promover a qualidade de vida dos envolvidos (CHIZZOTTI, 2014). A PP utiliza-se de três etapas para sua execução e construção (BRANDÃO, 1999; GIL, 2010): (i) Exploração geral da comunidade – (a) delimitação de objetivos, (b) seleção de variáveis e dos instrumentos da pesquisa, (c) realização da pesquisa, (d) síntese; (ii) Identificação das necessidades básicas – (a) elaboração do problema de pesquisa, (b) nova seleção de variáveis e dos instrumentos, (c) realização da pesquisa (de novo), (d) análise e síntese; (iii) Elaboração de uma estratégia educativa – (a) elaboração de hipóteses, (b) elaboração de dispositivos de verificação das hipóteses, (c) discussão com a população, (d) comunidade assume a estratégia, (e) execução da pesquisa.

Local e participantes da pesquisa

Este estudo envolveu 240 estudantes de seis turmas do 9o ano do Ensino Fundamental de uma escola pública militar situada na zona norte da cidade de Manaus-AM. Apesar de serem turmas do Ensino Fundamental a faixa etária dos alunos participantes oscila entre 13 e 16 anos. Devido a política rígida da escola, a maioria dos alunos mora em bairros da zona norte, próximo à escola, para evitar que alunos se atrasem para o início das aulas e que retornem tarde para casa. Uma dimensão relevante da população da pesquisa é eles são de famílias de baixa renda.

A escola não tinha laboratório de Ciências em uso – na verdade o que havia (e ainda há) na escola são dois containers onde um deles contém materiais de Ciências voltados, em sua maioria, para

biologia e química; e o outro com matérias para robótica. De Física não havia nada para trabalharmos então houve a necessidade de improviso e muito planejamento.

Instrumentos de coletas de dados e técnicas da pesquisa

Nesta pesquisa utilizamos dois instrumentos de coletas de dados. Um deles foi a observação participante (CRESWELL, 2014; LAVILLE e DIONNE, 2006; WHYTE, 2005), pois almejávamos eliminar as deformações subjetivas na pesquisa para que houvesse a compreensão das interações entre os sujeitos da observação ao longo do processo de observação (seis meses). Desta forma, fizemos anotações (descritivas e analíticas, quando possível) de tudo que consideramos relevantes para pesquisa.

O outro instrumento foi o “diário de bordo”. Este instrumento foi confeccionado pelos alunos e consiste na compactação de seis folhas de cartolina sobrepostas em formato de livreto. Este instrumento recebeu caráter de documento, pois nele deveriam estar contidos todas as informações relevantes sobre o planejamento e a execução das atividades investigativas de LA, tais como: o planejamento da atividade prática, os materiais que seriam utilizados, qual atividade prática que seria executada e como seriam feitas as coletas de dados.

Etapas da pesquisa

Abaixo, apresentamos as etapas da pesquisa que foi realizada. Ela seguiu a mesma sequência encontrada em Fernandes e Silva (2004) e Suart e Marcondes (2008), Borges e Rodrigues (2004) e, em Matoso e Freire (2013). A proposta encontra-se dividida em três etapas distintas que devem ser concatenadas com aquelas que o LA deve atender (CARVALHO, 1999, 2013 e 2014). Vejamos:

(a) Pré-operacional:

(i) Nesta etapa fizemos uma avaliação para saber que sentido (valor) os estudantes atribuíam às atividades práticas para o aprendizado de Física; em seguida, (ii) fizemos experimentos demonstrativos que tinham o objetivo de ambientar os alunos as práticas de laboratório e de desenvolver alguma habilidade manipulativa dos materiais experimentais que fossem utilizados por eles. Após este ciclo inicial temos em (iii) a proposição da situação-problema a qual os estudantes deverão resolvê-las por meio de atividades práticas investigativas. A situação-problema foi a seguinte: “Como podemos visualizar a maçã da figura?” (Figura 1). Aqui fizemos a divisão da sala em grupos de até quatro componentes (máximo cinco) para que, em (iv), que é um ponto central, os alunos iniciassem o processo de elaboração das hipóteses explicativas subjacente à situação-problema. E, para finalizar a fase pré-operacional tivemos (v) a elaboração do plano de trabalho que foi anotado no diário de bordo. Vemos que os três primeiros momentos do LA já estiveram diluídos nesta fase inicial da pesquisa.

(b) Operacional:

(i) Este foi o momento em que os alunos realizaram o experimento, dado que já havia uma estratégia elaborada contida no plano de trabalho. Este foi o momento de (ii) verificação de hipóteses para que explicariam a situação-problema, de verem com mais clareza se as variáveis consideradas de início seriam realmente importantes para descreverem o fenômeno. Houve também (iii) a coleta e a catalogação (registro) de dados. Esta fase foi apropriada para reavaliarem as considerações iniciais sobre a execução da atividade prática e que refizessem modificação dado a necessidade. Assim, os momentos quatro e cinco do LA estão contidos nesta fase operacional da atividade de investigação.

(c) Pós-operacional:

A última fase da atividade investigativa proposta coincidiu com o último momento do LA, a saber, (i) discussão de resultados (comunicação) com os demais colegas e (ii) a resposta a situação-problema foi feita com dados advindos da atividade prática realizada. (iii) O enunciado de conceitos e uma possível explicação causal para o fenômeno são coisas que deveriam ser observadas e anotadas; e, além disto, (v) os alunos foram instigados e incentivados a promoverem possíveis generalizações a partir da situação experimental.

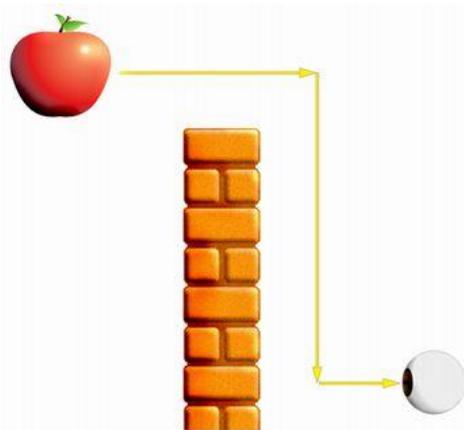


Figura 1. Esquema do problema: “Como podemos visualizar a maçã da figura?”

Análise de dados

A análise dados coletados serão investigados à luz das categorias propostas por Kassenboehmer e Ferreira (2013).

IV. Resultados e Discussão

Embora tenha sido encontrado obstáculos, dentre eles a falta de tempo de cada aula, pois a pesquisa se tornou bastante prazerosa, e aprovação da parte da maioria dos alunos. Percebemos a participação dos alunos nas aulas, um ponto extremamente importante e positivo. O desenvolvimento da pesquisa investigativa era semelhante a pesquisa que os cientistas realizam no laboratório. E por consequência esse tipo de atividade causou impacto aos estudantes, pois a visita ao laboratório de Ciências não era frequente pela professora que acompanhamos durante o processo. As aulas eram totalmente tradicionais e isso prejudicava a aprendizagem da maioria que não compreendia o assunto ministrado. No desenvolvimento das atividades investigativas alguns alunos apelavam para o professor esperando uma resposta pronta. A discussão dos resultados se deu numa perspectiva qualitativa, analisando o processo ao longo da intervenção com o auxílio do Diário de Bordo.

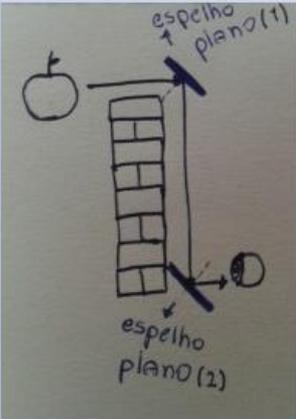
Ao longo das aulas coletamos informações, para isso, pedimos para que os alunos pudessem registrar todo o processo da atividade investigativa no Diário de Bordo. Nesse diário deveria conter todas as informações possíveis que possibilitaram a análise do que eles estavam aprendendo sobre o assunto e assim, seu processo como aprendiz ativo. Selecionamos alguns trabalhos para serem analisados e discutidos no decorrer do artigo.

Quadro 1: Categorias obtidas e exemplos das hipóteses elaboradas

Grupo	Categoria	Exemplo
A	Hipótese coerente	A luz que vem da maçã será refletida pelo espelho 1 com mesmo ângulo de incidência (45°). Quando a luz refletida chegar no espelho 2, também será refletida com o mesmo ângulo de incidência (45°); para o olho e poderemos visualizar a maçã.
B	Hipótese pouco coerente	Pondo dois espelhos em determinados pontos conseguiremos observar a maçã.
C	Hipótese não coerente	Um observador observa a maçã atrás de um muro com um objeto específico e para visualizar a maçã sem sair do lugar e sem mover-se ele usa o objeto segurando-o com as mãos e pondo para cima do muro e observando a maçã.

O quadro 1 indica as possíveis hipóteses sobre a questão problema, indicando assim, como coerente, pouco coerente e não coerente. A primeira delas é a compreensão e a coerência dos fatos observados durante o processo em relação ao grupo A. Eles enunciaram o que foi solicitado de maneira clara e coerente e utilizando os conceitos sobre a leis da reflexão. No grupo B, pôde-se observar que os estudantes têm algum conceito prévio, mas não explicaram qual a posição de cada espelho, apenas colocaram “em determinados pontos”, ou se já, não ficou clara. No grupo C, os alunos não relacionaram qual objeto deveria ser usado para observar o objeto, sendo assim, a hipótese foi categorizada como não coerente.

Quadro 2: Elaboração de estratégia para verificar a veracidade das hipóteses

Grupo	Planejamento do experimento
A	<p>Primeiro, com uma divisória dividiremos o objeto do ponto de visão, onde o objeto ficará em cima e o ponto de visão em baixo, então pegaremos os dois espelhos e os posicionaremos de maneira com que seja possível visualizar o objeto.</p> 
B	<p>O experimento será realizado da forma do qual, colocaremos dois espelhos em determinados pontos a fim de que o observador possa enxergar a maçã atrás do muro.</p>
C	<p>Colocamos o muro no meio do experimento, onde ele vai ficar entre o olho e a maçã e o espelho vai se refletir um ao outro, onde podemos observar o objeto.</p>

No quadro 2, é explicitado a elaboração de estratégias para compor a veracidade das hipóteses apresentadas pelos grupos. Sendo assim, os alunos tiveram que elaborar um plano de trabalho, no objetivo era montar o experimento de acordo com sua hipótese inicial. Pela quantidade dos alunos que cumpriram essa etapa, pode-se verificar que muitos demonstraram certa resistência em elaborar estratégias, isso pode ser explicado pela falta de familiaridade com procedimentos experimentais dessa natureza. Desta maneira seis grupos não finalizaram a atividade, nove responderam correntemente e de maneira concisa. A maioria dos estudantes que tentaram explicar a questão-problema, afirmou que seria possível o uso de dois espelhos, cada um com inclinação. Chamamos a atenção para o grupo que tentou explicar de forma confusa, mas com a intenção de explicar o funcionamento do Periscópio: *“imagine você numa trincheira, sem poder levantar-se, porque se você levantar pode morrer com um tiro na cabeça, agora se você tiver um telescópio de submarino poderá observar seus inimigos e obstáculos com seu arremesso de armamento”*. Nesta fala o grupo tenta explicar a função do Periscópio de submarino que era muito utilizado nas guerras. O periscópio nada mais é que um acessório fundamental dos *submarinos*, usados para captar imagens acima da água e que utiliza as Leis da reflexão da luz.

Quadro 3. Discussão coletiva.

Grupo	Discussão coletiva
A	<p>A Óptica é a parte da Física que estuda a luz e os fenômenos luminosos. Seu desenvolvimento se deu a partir da publicação da teoria Corpuscular da luz, por Isaac Newton, teoria que admita que a luz era formada por feixe de partículas. A luz emitida por uns pontos luminosos refletidos por um espelho plano foi originada no ponto de intersecção dos prolongamentos dos raios luminosos refletidos. O estudo da luz e espelhos planos nos dá embasamento para o entendimento do funcionamento do periscópio. Os espelhos planos fornecem, a partida da luz proveniente de um objeto real, uma imagem virtual, do mesmo tamanho do objeto e simétrica ao objeto, em relação ao espelho ($d=d'$).</p> <p>Assim como na teoria, o periscópio usado para realizar a experiência, nos permitiu visualizar um objeto, separado por uma divisória do ponto de visão com a ajuda de espelhos planos, que contribuíram com incidência e reflexão dos raios de luz. E com todas essas etapas, conseguimos visualizar a maçã.</p>
B	<p>Através do uso de dois espelhos em determinados pontos que se localizam na parte superior e inferior comprovam a lei da reflexão, nos ângulos de 45°, através dessa lei é possível ver a maçã que se encontra atrás do muro, para que o observador veja sem se locomover.</p>
C	<p>O grupo não realizou a tarefa.</p>

Esta etapa, que chamamos de discussão coletiva, foi para verificar se a hipótese inicial foi válida (ou não). Caso fosse, era necessário que eles implementassem com a teoria que foi ministrada em sala de aula sobre leis da reflexão. No grupo A percebemos a intimidade com os conceitos físicos que foram demonstrados na fala da equipe. Na discussão, pôde-se verificar a veracidade da hipótese inicial, ou seja, os alunos já tinham algum consenso sobre o determinado conteúdo e, ainda mais, foi colocado a contextualização do conteúdo com a prática, relatando o estudo da luz e dos espelhos planos com o funcionamento do periscópio utilizado nos submarinos.

No grupo B, argumentaram de forma sucinta e clara o uso dos ângulos, 45° . Porém, não identificaram qual lei se referia e, também, não contextualizaram como o primeiro grupo relatou. E por fim o grupo C não finalizou a tarefa.

V. Considerações finais

Relatou-se uma experiência de aplicação de atividades de caráter investigativo no Ensino de Ciências, em aulas práticas e teóricas, buscando contribuir para a participação ativa dos estudantes e assim, também, por aulas de Ciências mais prazerosas. Essa proposta metodológica permite conhecer possíveis concepções alternativas e incentivar os alunos a fazer ciência, executar o que o cientista de laboratório produz no dia a dia, e propor novas perspectivas para o Ensino de Ciências. Além disso, abre a possibilidade de execução de habilidade e competências inserido nos PCN's de Ciências. As atividades que consideram a elaboração de hipótese pelos estudantes também contribuem para o aprendizado sobre a natureza das ciências e o processo de construção de modelos defendidos por Gil Pérez e Vilches (2006) e Ferreira e Justi (2008). É importante salientar algumas dificuldades que

enfrentamos durante a aplicação das atividades investigativas. O tempo principalmente, pois no decorrer das atividades, não dava tempo para concluir as etapas. Vê-se a necessidade de aulas envolventes como esta aplicada em sala de aula, visto que os alunos se interessam e se envolvem mais nas aulas práticas. O Ensino por Investigação e entre outras metodologias vêm para quebrar o paradigma das aulas tradicionais utilizando somente o quadro branco e pincel, deixando a aula chata e monótona.

A expectativa em relação ao desenvolvimento dessa pesquisa em sala de aula é de despertar o interesse dos alunos pelas aulas de Ciências, de modo que se aumente o entusiasmo no momento da realização das atividades investigativas, e ainda, torná-los mais ativos e produtivos no processo de ensino/aprendizagem, reforçando o trabalho colaborativo, para que consigam ligar o novo conhecimento ao conhecimento prévio trazido para a sala de aula, com o objetivo de potencializar as aprendizagens significativas. Acreditamos que o resultado de nossa pesquisa fornecerá indicativos de como se desenvolvem os processos de aprendizagens e trará melhorias na qualidade do ensino da disciplina de Ciências (SOUZA JUNIOR e COELHO, 2013).

Referências

- ARRUDA, S. M.; LABURÚ, C. E. **Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências**. In: NARDI, R. (Org.). *Questões atuais no ensino de ciências*. São Paulo: Escrituras, 1998, p.53-60.
- AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula**. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p.19-33.
- BORGES, A. Tarciso. **Novos rumos para o Laboratório Escolar de Ciências**. Minas Gerais: Caderno Brasileiro de Ensino de Física. 19 v. n.3, dez/2002.
- BRANDÃO, Carlos Rodrigues. **Pesquisa participante**. São Paulo: Brasiliense, 1999.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: _____. (org.) **Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. Editora: Cengage Learning, 2014.
- CARVALHO, A. M. P. Critérios estruturantes para o Ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (org.); **Ensino de Ciências, Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2009. p.1-17.
- CHIZZOTTI, Antonio. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.
- CORTELLA, Mario Sergio. **Comunicação verbal**. São Paulo: PUCSP, 2014.
- Creswell, J. W. (2014). **Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches** (4th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- DEMO, P. **Metodologia Científica em Ciências Sociais**. São Paulo: Atlas, 1995.
- DEMO, P. **Educação Científica**. *Revista Brasileira de Iniciação Científica*. v.1, n.1, Maio/2014.
- FERREIRA, P.F.M. e JUSTI, R.S. **Modelagem e o “fazer ciência”**. *Química Nova Escola*, n.28, p. 32-36, 2008.

FERNANDES, Geraldo W. Rocha; RODRIGUES, António M.; FERREIRA, Carlos Alberto. Módulos temáticos virtuais: uma proposta pedagógica para o ensino de ciências e o uso das TICs. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Santa Catarina, v. 32, n. 3, p.934-962, dez. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n3p934>>. Acesso em: 05 jan. 2016.

GIL-PÉREZ, D. e VILCHES. **Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades**. Revista Iberoamericana de Educación, n. 42, p. 31-53, 2006.

GIORDAN, M. **O papel da experimentação no ensino de ciências**. Química Nova na Escola, n. 10, p. 43-49, 1999.

KASSEBOEHMER, Ana Cláudia; FERREIRA, Luiz Henrique. Método investigativo em aulas teóricas de química envolvendo a separação de gases atmosféricos. **Anais**. Girona: [s.n.], 2013.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. Belo Horizonte: UFMG, 1999.

LORENZATO, Sergio. **O Laboratório de Ensino de Matemática na Formação de Professores**. Campinas: Autores Associados, 2006.

MATOSO, Carla Maria; FREIRE, Ana Maria Martins da Silva. **Percepções de alunos sobre a utilização de tarefas de investigação em aulas de Química**. Belo Horizonte: Revista Ensaio. V.15, n.2, p.15-28, 2013.

MUNFORD, D.; LIMA, M.E.. **Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?** Revista ensaio. V.9. n.1. 2007.

PERRENOUD, Philippe. **Desenvolver competências ou ensinar saberes? A escola que prepara para a vida**. Tradução: Laura Solange Ferreira. Porto Alegre: Penso, 2013.

POZO, J. I. e CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

Pushkin D., (2007), **Critical thinking and problem solving – the theory behind flexible thinking and skills development** (Crítico pensando y el solucionar de problema – la teoría detrás del pensamiento y de habilidades flexibles desarrollo), Journal of Science Education, 8, 13-17.

RODRIGUES, B. A. ; BORGES, A. T. . **O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica**. In: XI ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2008, Curitiba. SANDOVAL, W.

SOUZA JUNIOR, Domingos Rodrigues; COELHO, Geide Rosa. **Ensino por investigação: problematizando as aprendizagens em uma atividade sobre condutividade elétrica**. In: ATAS DO IX ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS – IX ENPEC, Águas de Lindóia, SP, 2013.

STRAUSS, A.L.; CORBIN, J. 2008. **Pesquisa qualitativa: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada**. Trad. de Luciane de Oliveira da Rocha. 2ª ed., Porto Alegre, Artmed.

Suart, R.C.; Marcondes, M.E.R. **As habilidades cognitivas manifestadas por alunos de ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 2, 2008.

TRÓPIA, G. B. A. **Relações dos alunos com o aprender no ensino de biologia por atividades investigativas**. 2009. 202 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em:. Acesso em: 31 jul. 2017.

VICKERY, A. et al. **Aprendizagem ativa nos anos iniciais do ensino fundamental**. Porto Alegre: Penso, 2016.

WHITE, P. **The Language of Evaluation: Appraisal in English**. New York: Palgrave/Macmillan, 2005.

Zoller U., (1993), **Lecture and learning: are they compatible? Maybe for LOCS: unlikely for HOCS**, Journal of Chemical Education, 70, 195-197.

ZOLLER, U., Dori, Y. and Lubezky, A. "**Algorithmic and LOCS and. HOCS (Chemistry) Exam Questions: Performance and Attitudes of College Students**". International Journal of Science Education. 24 (2), 2002, p.185-203.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. **ATIVIDADES INVESTIGATIVAS DE CIÊNCIAS: aspectos históricos e diferentes abordagens**. Belo Horizonte: Ensaio: Pesquisa em Ação no Ensino de Ciências, v. 13, n. 3, 2011.