

Ensino das Propriedades da Luz e sua Natureza no Ensino Fundamental por meio da investigação

The Teaching of the Properties of Light and its Nature Through research in Elementary Education

Kennedy Rufino Batista

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM)
kennedy-1953@hotmail.com

Rosa O. M. Azevedo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM)
marinsrosa@yahoo.com.br

Hellen Coelho Lopes

Secretaria de Educação do Amazonas (Seduc-Am)
hcoelholopes@yahoo.com.br

Karen Magno Gonçalves

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM)
[goncalveskren@gmail.com](mailto:gonalveskren@gmail.com)

Resumo

Este estudo consiste na análise do desenvolvimento de uma sequência didática (SD), utilizando da investigação como metodologia de ensino de Ciências e do Alinhamento Construtivo como forma de organização das atividades desenvolvidas. A SD foi composta por três etapas de atividades: apresentação da temática; explicação das atividades que seriam realizadas; investigação com o uso de experimentos e avaliação. Foi desenvolvido em uma escola da rede pública de Manaus, com 30 alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, visando proporcionar condições necessárias para a construção de conhecimentos referentes aos conceitos de luz e suas propriedades. Utilizou-se como dados para análise, as atividades desenvolvidas pelos alunos e seus questionamentos, registrados durante as atividades. Os resultados mostraram que houve aprendizagem dos conceitos de reflexão, refração e dispersão; compreensão de como ocorrem alguns fenômenos relacionados a esses conceitos; percepção da relação entre tecnologias e experimentos realizados; concepções sobre o comportamento dual da luz.

Palavras chave: sequência didática, investigação, Ensino Fundamental.

Abstract

This study consists of the analysis of the development didactic sequence (SD), using of research as methodology teaching Sciences and Constructive Alignment as form of organization the developed activities. SD was composed of three stages of activities:

presentation of the theme; Explanation of the activities that would be carried out; Research with the use of experiments and evaluation. It was developed in a school in the public network of Manaus, with 30 students of the year ninth grade of Elementary School, aiming to provide the necessary conditions for the construction of knowledge regarding the concepts of light and its properties. The activities developed by the students and their questions, recorded during the activities, were used as data for analysis. The results showed that there was learning of the concepts of reflection, refraction and dispersion; Understanding of how some phenomena related to these concepts occur; Perception of the relationship between technologies and experiments; conceptions about the dual behavior of light.

Key words: Didactic sequence, investigation, Elementary School.

Introdução

Mesmo com a enorme gama de aplicações que as propriedades da luz têm nas tecnologias atuais, são pouco abordadas em sala de aula. Quando se trata da luz no Ensino Fundamental, o foco são exemplos do tipo: como se forma os eclipses e o arco íris; um raio de luz sendo refletida por um espelho; uma lente convergindo ou divergindo um raio. Essas abordagens geralmente são explicadas de maneira geométrica e puramente matemática, utilizando poucos conceitos físicos. Segundo Silva e Martins (2010), o ensino da Óptica nas escolas, normalmente se restringe ao conteúdo da chamada Óptica geométrica. Além disso, a demonstração dos fenômenos ópticos costuma ser feita sem nenhuma preocupação em dar significado desse estudo aos alunos. Os estudantes, contudo, têm, em geral, um modelo de luz e visão diferente do modelo científico (SILVA; MARTINS, 2010).

O problema no ensino da óptica em ciências pode ser a abordagem e a falta de uma explicação embasada dentro dos conceitos físicos, relacionando-os com tecnologias que usam a luz e suas propriedades como princípio de funcionamento, proporcionando a relação entre ciência e tecnologia.

No ensino por investigação, as atividades experimentais têm espaço privilegiado. Estas, segundo Carvalho (2010), devem proporcionar a transposição do conhecimento aprendido para a vida social, buscando as complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade, procurando generalizar e aplicar o conhecimento adquirido, relacionando-o com a sociedade em que se vive.

Na perspectiva deste trabalho, a experimentação tem o papel em instigar a formulação de hipóteses e a investigação sobre a luz, baseada não apenas na memorização de fatos e conceitos, mas na construção de conhecimento, por meio de uma aprendizagem significativa da temática (TERRAZAN; LUNARDI; HERNANDES, 2003).

O ensino das propriedades da luz é importante porque o conhecimento de propriedades como reflexão, refração e dispersão permite entender como tecnologias promissoras funcionam. Esse estudo pertence ao ramo da Física, chamado Óptica, que trata do comportamento da luz e de outras ondas eletromagnéticas. Segundo Young, Freedman e Ford (2009, p. 1):

O conhecimento das propriedades da luz nos permite explicar porque o céu é azul, além de entender o funcionamento do olho humano e de dispositivos como telescópios, microscópios, câmeras e óculos. Os mesmos princípios da ótica desempenham, também, papel preponderante em muitas inovações modernas, como o laser, a fibra óptica, os hologramas, os computadores óticos e as novas técnicas para obter imagens médicas.

O estudo deste tema pode permitir que o aluno desenvolva competências que lhe possibilite compreender o mundo e atuar como indivíduo e cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica (BRASIL, 1998). No nosso caso, o conhecimento das propriedades mencionadas, servirão de base para que os alunos possam compreender não só os fenômenos naturais que as envolvem, mas também as tecnologias modernas que as utilizam como base de funcionamento.

Apesar do estudo da luz e dos fenômenos naturais que estão ligados a ela, bem como suas aplicações tecnológicas, estarem presentes tanto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) para o Ensino Fundamental (BRASIL, 1998) quanto nos livros didáticos, estes temas são poucos abordados em sala de aula, seja no Ensino Fundamental ou Médio. “[...] a realidade das escolas brasileiras nos mostra que a Óptica é, na maioria das vezes, deixada de lado” (FAVRETTO, 2014, p. 25).

Na antiguidade vários filósofos já questionavam e tinham concepções sobre o que vem a ser a luz. Aristóteles (384–322 a.C.) é considerado a como a primeira pessoa a utilizar a natureza ondulatória da luz - para ele a luz era uma espécie de fluído imaterial que chegava aos olhos, vinda dos objetos visíveis, através de ondas (CARVALHO, 2005). “Em 1704, Isaac Newton (1643-1727) publicou a obra *Opticks* onde expõe uma teoria corpuscular da luz e um estudo detalhado sobre sua reflexão, refração, dispersão e dependência do índice de refração com a cor da luz” (MOURA et. al. 2015, p. 23).

Mais tarde a teoria corpuscular de Newton foi, de certa forma, deixada de lado, e passou a imperar a teoria ondulatória devido aos experimentos de Christian Huygens (1629-1695), Thomas Young (1773–1829) e outros que a invalidaram por um tempo. Porém,

Em 1905 Albert Einstein (1879-1955) publicou um artigo explicando a natureza da luz e isso provocou uma reviravolta no meio científico, pois a teoria corpuscular havia ressuscitado. Vale ressaltar que os corpúsculos de Newton não são os mesmo de Einstein, contudo a ideia da natureza corpuscular da luz estava de volta (CARVALHO, 2005, p.13).

Até hoje, ainda é um tanto confuso tratarmos da luz, pois esta possui dupla natureza, como concluiu, segundo a autora, Einstein mais tarde, e suas conclusões permitiram que atualmente seja aceitável os dois tratamentos dependendo do que busca-se analisar. Assim, hoje a luz é tida como onda eletromagnética, mas também como partícula.

Contudo, podemos enfatizar que ensinar propriedades mesmo que básicas da luz, é de grande importância para o momento que vivemos, onde cada vez mais essa entidade física é usada em aplicações tecnológicas. Mostrar aos alunos os princípios de funcionamentos de tais tecnologias é importante para compreensão do mundo em que vive.

Por isso, considera-se necessário um plano de intervenção para ensino das propriedades da luz e concepções sobre sua natureza, dando enfoque físico em vez de matemático, explicando, por exemplo, de que ela é constituída, como se comporta em meios diferentes, se a propagação é sempre retilínea, como suas cores são organizadas, a causa da ordem na dispersão da luz branca, entre outras.

Neste estudo, com base nas considerações e problemas apontados, foi desenvolvida uma sequência didática em que se fez uso da investigação como metodologia de ensino de Ciências e do Alinhamento Construtivo como forma de organização das atividades desenvolvidas. Foi aplicada em uma escola de período integral da rede pública de ensino de Manaus, visando proporcionar condições necessárias para a construção do conhecimento referente aos conceitos de Luz e suas propriedades. Os participantes foram alunos de uma turma do nono ano do Ensino fundamental que, a partir de experimentos, deveriam ser

capazes de resolver os problemas propostos, gerando hipóteses coerentes para explicar fenômenos relacionados.

Fundamentação Teórica

Para o desenvolvimento deste trabalho nos fundamentamos no Ensino por Investigação, a partir de Carvalho (2004, 2010, 2013) e de Azevedo (2004), utilizando demonstração de experimentos como foco das atividades investigativas.

Para Azevedo (2004), as demonstrações experimentais investigativas partem da apresentação de um problema ou de um fenômeno a ser estudado e levam à investigação a respeito desse fenômeno. Esse problema é proposto pelo professor, que através de questões feitas aos alunos procura detectar que tipo de pensamento, seja ele intuitivo ou de senso comum, que eles possuem sobre o assunto. O papel do professor é o de construir com os alunos a passagem do saber cotidiano para o saber científico, por meio da investigação e do próprio questionamento do fenômeno. A autora também enfatiza:

Para que uma atividade possa ser considerada de investigação, a ação do aluno não deve apenas se limitar ao trabalho de manipulação ou observação, ela deve também conter características de um trabalho científico: o aluno deve refletir, discutir, explicar, relatar, o que dará ao seu trabalho as características de uma investigação científica. Essa investigação, porém deve ser fundamentada, ou seja, é importante que faça sentido para o aluno, de modo que ele saiba o porquê de estar investigando o fenômeno que lhe é apresentado (AZEVEDO, 2004, p. 21).

Para promover um ensino por investigação, as práticas devem passar por alguns momentos na organização do plano de trabalho dos alunos. A proposta do problema deve ser, preferencialmente, em forma de pergunta que estimule a curiosidade científica do estudante; o levantamento de hipóteses deve ser emitido pelos alunos por meio de discussões; coleta de dados; análise dos dados obtidos, onde os alunos poderão usar gráficos, esquemas e textos para explicação dos dados; conclusão, quando são formuladas as respostas dos problemas pelos alunos, a partir dos dados analisados.

Na explicação do professor para a turma, as hipóteses precisam aparecer antes da explicação do fenômeno e, se possível, essa explicação deverá ser construída junto com alunos e não para os alunos (CARVALHO, 2010). Quanto ao conceito envolvido, este não está diretamente visível, é uma abstração, quase sempre uma explicação sobre o fenômeno, e precisa ser construída logicamente. Essa construção pode ser feita primeiramente em uma interação fenômeno-discurso de professor e alunos e, depois, esse discurso já sistematizado, precisa ser traduzido em linguagem matemática, caso necessário (CARVALHO, 2010).

Para promover organização e planejamento das aulas, utilizamos os fundamentos do Alinhamento Construtivo, que é uma forma de planejar o ensino, de modo que as ações de ensino e avaliação estejam alinhadas e, os estudantes engajados ativamente para o alcance dos resultados pretendidos da aprendizagem (RPA) (MENDONÇA, 2015).

Na definição dos RPA's, deve-se levar em conta o tipo de conhecimento envolvido que pode ser, declarativo ou funcional. No primeiro pretende-se que o aluno, ao fim da aula ou de uma sequência delas, tenha conhecimento sobre um fenômeno, teoria ou conteúdo específico. Já o conhecimento funcional, é aquele que requer dos estudantes que resolvam problemas e tomem decisões em contextos específicos. Neste trabalho, consideramos o conhecimento declarativo.

Ainda de acordo com Mendonça (2015), em uma aula alinhada construtivamente o professor formula os RPA's orientando-se pela taxonomia SOLO (Structure of the Observed Learning Outcome) e os comunica explicitamente aos estudantes no início da disciplina ou de cada etapa

dela. A avaliação deve ser concebida, de tal forma, que esteja em perfeita correspondência com os RPA's.

Metodologia e resultados

Para a realização das atividades investigativas com os alunos, as ações de ensino foram divididas em três etapas: apresentação e explicação das atividades que seriam realizadas, experimentos e avaliação.

Na primeira etapa foram apresentados os temas relacionados ao processo, de maneira introdutória, através de explicações. Foi comunicado como RPA, que os alunos deveriam identificar a faixa de frequência e comprimento de onda da luz, no espectro eletromagnético. Depois disso, foi feita uma verificação dos conhecimentos dos alunos referentes aos conteúdos de ondas eletromagnéticas e mecânicas, e apresentamos também, introdutoriamente, o espectro eletromagnético.

Quanto à questão da natureza da luz, foi passado um vídeo¹ em sala de aula, em que grandes cientistas do passado discutem suas concepções sobre a natureza da luz. Antes de passarmos o vídeo também comunicamos o RPA: reconhecer que a luz pode apresentar um comportamento de onda e partícula. Com o vídeo, procuramos esclarecer que, ao longo do tempo, a luz já foi interpretada como partícula por Newton e adeptos de sua teoria, como onda por Huygens e Young, e hoje a interpretamos como onda e partícula, de acordo com a concepção de Einstein, devido ao seu comportamento dual.

Como o ponto central das atividades investigativas era tratar da luz e suas propriedades, foram mostradas uma sequência de imagens de situações cotidianas para notar a reflexão, refração e dispersão da luz. Nessa atividade, o RPA era identificar a ocorrência dos fenômenos luminosos no nosso cotidiano.

Ainda na primeira etapa, usamos uma simulação computacional² que permitiu aos alunos melhor visualização da reflexão, refração, dispersão e do comportamento da luz em diferentes meios. Apresentamos aos alunos a Figura 1, que mostra a luz incidindo no vidro transparente, porém, não fornecemos maiores detalhes aos alunos, como por exemplo, porque o raio muda sua trajetória, isso para não comprometer o processo de investigação que foi realizado.

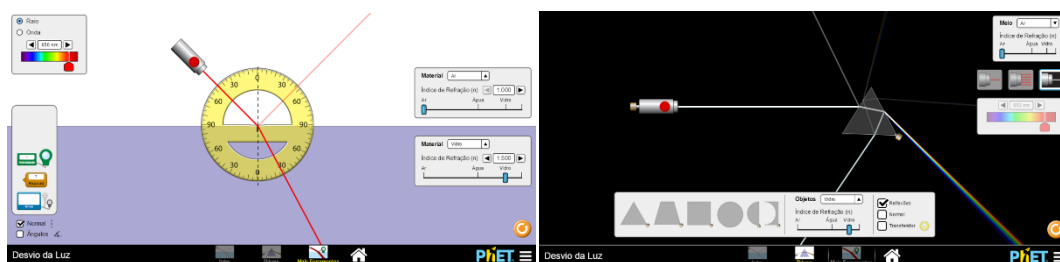


Figura 1: Simulação computacional

Ainda em relação à Figura 1, quando mostramos aos alunos o que acontece quando a luz incide em um prisma de vidro, questionamos: “Vocês já viram isso em algum momento?”. Alguns alunos já possuíam conhecimentos básicos sobre o fenômeno, adquiridos para

¹ Disponível em: <www.youtube.com/watch?v=Cv7xJCuCITI>. Acesso em: 15 maio 2017.

² Disponível em: <phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_pt_BR.html>. Acesso em 15 maio 2017.

apresentação de uma mostra de experimentos realizada na escola (comentaremos mais adiante), e outros afirmaram já terem visto a experiência em livros e no 5º ano. Então foram questionados: “Sabem por que isso acontece?”. Ninguém se ariscou a responder. Comunicamos que teriam a oportunidade de entender esses fenômenos com os experimentos e a atividade que seriam realizadas.

Vale ressaltar que neste trabalho não buscamos somente ensinar as propriedades da luz, mas também como elas aparecem no cotidiano, e enfatizar a importância de compreendê-las para as novas tecnologias. Tendo isso em vista, exemplificamos algumas aplicações tecnológicas na qual buscávamos explicar que propriedades eram a base de funcionamento. Essas aplicações foram mostradas na seguinte ordem: Comunicações - fibra ótica; Medicina - tratamento de doenças a LASER; Astronomia - Telescópios; Informática - computador óptico; Fotônica - Comunicações ópticas e dispositivos fotônicos. Foram mostradas imagens e discutimos sobre essas tecnologias, para que os alunos percebessem a importância do estudo do tema proposto.

Na segunda etapa, foi realizada uma mostra de experimentos científicos, todos construídos pelos próprios alunos usando materiais de baixo custo, tendo como referência o livro “*Física mais que Divertida*” de Valadares (2012). No processo de construção dos experimentos, os alunos tiveram orientação na seleção dos materiais utilizados, como e onde poderiam encontra-los. Feito isso, conseguiram seguir o passo a passo, sempre com orientação, sem maiores dificuldades. No total foram construídos cerca de vinte experimentos que abordavam os temas: cinemática; dinâmica; energia; ondulatória; óptica; eletricidade e magnetismo. Vale ressaltar que os conteúdos de óptica, eletricidade e magnetismo ainda não tinham sido ministrados, logo os alunos tiveram que realizar um estudo independente para apresentar experimentos dessas áreas.

Selecionamos para nossa atividade os seguintes experimentos da óptica: vidro invisível; curvando a luz; periscópio de CD; decompondo a luz em cores. Todos contidos no livro que explica o passo-a-passo a construção e realização das experiências.

A turma foi dividida em cinco grupos e houve um sorteio para defini-los. Ficaram seis alunos em cada grupo. Trabalhando dessa maneira sentiam-se mais à vontade em errar e discutir novas hipóteses com outros colegas.

O experimento decompondo a luz em cores foi dividido para dois grupos. Depois que os grupos estavam formados, comunicamos o RPA: resolver um problema relacionado a um experimento, buscando hipóteses coerentes com a teoria física envolvida no fenômeno observado.

As orientações sobre o trabalho foram as seguintes: a) Cada grupo deveria realizar o experimento (quantas vezes fossem necessárias); b) Anotar o problema dado para sua experiência; c) Levantar três hipóteses cada grupo; d) Discutirem sobre as hipóteses; e) Descartar as hipóteses que julgavam menos coerentes; f) Entregar a hipótese coerente devidamente explicada de acordo com a teoria física envolvida; g) Deveriam também entregar as duas hipóteses não coerentes.

O Quadro 1 mostra os problemas propostos para cada grupo, de acordo com cada experimento.

Grupo	Experimento	Problema
A	Decompondo a Luz em cores 1	Porque a luz branca ao passar pela lente (prisma), se dispersa em cores do espectro eletromagnético?
B	Decompondo a Luz em	Porque as cores sempre ficam na mesma ordem?

	Cores 2	
C	Curvando a Luz	Porque a luz acompanha o fluxo de água?
D	Periscópio de CD	Porque que a imagem se inverte?
E	Vidro invisível	Porque não é possível ver o vidro que está imerso dentro do outro?

Quadro 1: Problemas propostos para os experimentos

O grupo B teve bastante dificuldade para encontrar suas hipóteses. Para ajudá-lo, foi pedido aos componentes do grupo para lembrarem: a) da faixa de frequência e comprimento de onda da luz visível no espectro eletromagnético e quais as grandezas físicas medidas por ele; b) da simulação computacional com demonstração da refração das diferentes cores do LASER. Na sequência, houve uma discussão, e um dos integrantes do grupo disse: - “Professor, a gente acha que é por causa da frequência ou do comprimento de onda”. - Professor: “é por causa de uma dessas duas grandezas”.

Após alguns minutos de discussão (Figura 2) o grupo chegou à hipótese de que o fator era o comprimento de onda das diferentes cores, que definia a ordem da dispersão.



Figura 2: Grupo B discutindo sobre a hipótese para o problema

Outro grupo que encontrou dificuldades foi o C. Estes não conseguiam chegar a uma hipótese coerente e nem explicação para o fato de a luz acompanhar o fluxo de água. Uma das hipóteses do grupo para o problema era: “Porquê a energia da água exerce maior força sobre a energia da luz”. Questionamos o porquê dessa afirmação, e nenhum aluno do grupo soube responder. Pedimos que repetissem o experimento e observassem (Figura 3) a luz ao passar pelo fluxo de água bem de perto, e também lembrassem sobre o que discutimos sobre fibras ópticas.



Figura 3: Grupo C observando as reflexões da luz dentro do filete de água

Feito isso, o grupo discutiu, e conseguiu observar a série e reflexões que a luz faz dentro da água, sem refratar, como nas fibras ópticas. Um dos alunos do grupo respondeu: “Acontece por causa da reflexão que a luz faz dentro do filete de água, acho que é o mesmo que acontece

na fibra ótica, reflexão interna total”. Consideramos tal hipótese como coerente e, pedimos ao grupo que a explicasse melhor para ser entregue.

O grupo D conseguiu formular as três hipóteses conforme solicitado: a) Porquê ele (os olhos) tem a função parecida com a de um espelho; b) Isso ocorre por causa do ângulo que o pedaço de CD se encontra; c) Porquê é semelhante com o que ocorre com os nossos olhos, sem a retina nós enxergaríamos o inverso.

Dentre as hipóteses formuladas, o grupo julgou coerente a de número 2, e a mais coerente para o problema era a de número 3. Mesmo assim, conseguiu explicar a escolhida de maneira razoável, apesar de não está correta, o que foi comunicado ao grupo em outro momento.

O grupo E encontrou dificuldades em identificar qual propriedade da luz poderia relacionar a seu problema. Foi perguntado o que acontecia quando colocávamos materiais iguais de ambos os lados da interface na simulação e com o raio de luz se comportava. Esses questionamentos fizeram o grupo lembrar que o raio de luz não desviava e seguia reto. Também foi questionado o que faz os raios desviarem sua trajetória quando passam de um meio para outro diferente. Pensaram por alguns segundos e uma aluna disse: “é a refração”. Com essas discussões, o grupo percebeu que, no caso de seu experimento, a refração não acontece. Também perguntamos por que não ocorre a refração, então a resposta foi unânime: “Não ocorre devido ao material do copo ser o mesmo da garrafa e por isso tinham índices de refração iguais”.

Um grupo que realizou a atividade proposta com excelência foi o A. No experimento deles, a luz da lanterna (branca) era focada em uma lupa (prisma). Dentro da caixa, a lente convergia o raio em um pedaço de CD que dispersava a luz na parede interna da caixa (que era escura). A hipótese mais coerente escolhida foi “Como num prisma, a luz reflete e dispersa-se em um conjunto de cores, como acontece com o CD”. Porém, na explicação da hipótese, o grupo fez um esquema, ordenando as cores de acordo com a ordem da dispersão. Também desenharam o prisma (lupa) com a luz branca entrando, refletindo dentro e dispersando na saída, nas cores do espectro eletromagnético. Ressaltamos que o grupo elaborou suas hipóteses realizando várias vezes a experiência (Figura 4), procurando demonstrar na prática que suas afirmações eram coerentes com o observado.



Figura 4: Grupo A realizando o experimento

De modo geral, durante o desenvolvimento do trabalho pelos alunos, alguns integrantes dos grupos fizeram perguntas indiretas, para responder suas hipóteses ou verificar se aquela escolhida era a correta. Nesse caso, era solicitado que recorressem às suas anotações sobre o experimento, vídeo e discussão com os colegas, de modo a fazê-los pensar em explicações coerentes. Quanto a natureza da luz, foi feita a mesma pergunta para cada grupo: “*Nesse experimento, a luz se comporta como onda, ou como partícula?*”. Todos responderam que apresentavam um comportamento dual (onda-partícula).

Depois de discutidas e tiradas as conclusões, um tempo foi dado para que os grupos estruturassem suas hipóteses coerentes, explicando da maneira que foi pré-determinada nas orientações do trabalho, para poderem entregá-los e depois serem avaliados.

Na terceira etapa, a avaliação, consideramos, conforme Mendonça (2015), que uma avaliação adequada informa quão bem os estudantes alcançaram os resultados pretendidos da aprendizagem e também os critérios de avaliação. Quanto aos critérios de avaliação para atribuição de notas, foi informado aos alunos o seguinte:

Critério	Pontos
Gerar três hipóteses com pelo menos uma coerente	2,00
Escolher a hipótese coerente	1,00
Explicação da hipótese coerente	2,00

Quadro 2: Critérios de notas

Os critérios de avaliação são referentes a quando o grupo exerceu cada etapa com êxito, ou seja, atingiu 100% dos resultados pretendidos da aprendizagem. Se por acaso o grupo escolheu a hipótese errada, dentre as três, possuindo uma coerente que não foi escolhida, este também teve uma nota, só que menor do que os critérios estabelecidos. Segundo Carvalho (2013) o erro evidencia o que não está certo e abre as portas para o que é válido.

A avaliação mostrou que o ensino das propriedades da luz, por meio da investigação no Ensino Fundamental, trouxe resultados positivos na aprendizagem dos alunos, pois foi possível dinamizar o processo, por meio de discussões em grupo para elaborar e selecionar hipóteses. Também foi importante porque possibilitou sair da forma tradicional de ensino e seguir para uma prática construtiva, com uso de demonstrações investigativas, que tornaram as aulas mais aprazível. Foi possível ainda, uma visão mais aprofundada tanto da teoria quanto da prática para os alunos, dado que precisavam das duas para realizar os trabalhos e explicá-los. A relação prática-teoria, junto com a investigação dos fenômenos físicos dos experimentos, deu a possibilidade de os alunos se tornarem autores de sua aprendizagem.

Considerações finais

Houve uma boa aceitação dos alunos à prática de investigação proposta, pois foi possível notar a empolgação na maioria dos alunos com a atividade realizada. Para Carvalho (2013), os alunos começam a construir seu conhecimento a partir do momento em que as ideias desenvolvidas mostram resultados positivos. A proposta de uma nova abordagem dos conteúdos, problematizada e com a utilização de experimentos de baixo custo, construídos pelos estudantes, permitiu uma aproximação com o trabalho científico. O fato de a escola não possuir laboratório de ciências, levou os alunos realizarem os experimentos dentro da própria sala de aula, o que se tornou uma realidade possível, a partir do envolvimento dos alunos. Com isso, não estamos desvalorizando a existência dos laboratórios, o que sabemos ser muito importante para o ensino de Ciências, mas apresentando possibilidade de utilizar experimentos em sala de aula.

Nas três etapas desenvolvidas no trabalho, contemplaram-se atividades de apresentação das temáticas relacionadas ao processo, uso de experimentos para a investigação e avaliação dos alunos. Estas atividades trouxeram para a aula de Ciências uma forma de trabalhar mais

prazerosa para os alunos, pois através das aulas práticas estes aprenderam gerenciar seus próprios questionamentos, chegando a conclusões e tornando-se autores de seu aprendizado.

A avaliação mostrou os seguintes resultados, referentes ao ensino das propriedades da luz e sua natureza: aprendizagem dos conceitos de reflexão, refração e dispersão na prática; compreensão de como ocorrem alguns fenômenos naturais relacionados a essas propriedades; percepção da relação entre as tecnologias apresentadas e os experimentos realizados e obtiveram as concepções sobre o comportamento dual da luz.

Por fim, pode se dizer que o ensino por investigação oferece oportunidade de dinamizar o ensino e pode tornar as aulas de Ciências mais atrativas, sendo o aluno autor principal de sua aprendizagem.

Referências

- 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: Thomson, 2004.
- BRASIL. Secretaria da Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: **Ciências Naturais**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para Implementação em Sala de Aula**. São Paulo: Cengage Learning, p. 1-20, 2013.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **As práticas experimentais no ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, p. 53-77, 2010.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa. **Ensino de Ciências-unindo a pesquisa e a prática**. Cengage Learning Editores, 2004.
- CARVALHO, S. H. M. **Einstein: uma luz sobre a Luz**. 2005. Disponível em: www.cdcc.usp.br/fisica/Professores/Einstein-SHMCarvalho/Einstein-SHMCarvalho.pdf. Acesso em: 27 jun. 2016.
- FAVRETTO, Tairine et al. **Uma Proposta de Ensino Sobre Luz e Cores em Turmas de Quarto Ano do Ensino Fundamental**. Florianópolis. UFSC, 2014.
- LUNARDI, G; TERRAZAN, E. A. Atividades no uso de atividades experimentais com roteiros aberto e semiaberto em aulas de física. **Anais... IV Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências**. Bauru, SP, 2003.
- MENDONÇA, A. P. Alinhamento Construtivo: fundamentos e aplicações. In: GONZAGA, A. M. **Formação de Professores no Ensino Tecnológico: fundamentos e desafios**. Curitiba-Brasil: CRV, 2015. v. 1. p. 109-130.
- MOURA, J. F. C. et al. Textos de apoio ao professor de física. Porto Alegre: **UFRGS, Instituto de Física**, 2015.
- SILVA, B. V. C.; MARTINS, A. F. P. A natureza da luz e o ensino da óptica: uma experiência didática envolvendo o uso da história e da filosofia da ciência no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 2, p. 71-91, 2010.
- VALADARES, Eduardo de Campos. **Física mais que divertida**. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2012.

YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A.; FORD, A. Lewis. **Física IV**: ótica e física moderna. 12 ed. Editora, 2009.