
João Bernardes da Rocha Filho | Regina Maria Rabello Borges
Rosana Maria Gessinger | Isabel Cristina Machado de Lara
(Organizadores)

PARCERIAS ENTRE ESCOLAS E UM MUSEU INTERATIVO:

CONTRIBUIÇÕES À CULTURA E EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA



João Bernardes da Rocha Filho | Regina Maria Rabello Borges
Rosana Maria Gessinger | Isabel Cristina Machado de Lara
(Organizadores)

PARCERIAS ENTRE ESCOLAS E UM MUSEU INTERATIVO:

CONTRIBUIÇÕES À CULTURA E EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA



edipucrs

Porto Alegre, 2014

5

UMA PROPOSTA PARA ENSINAR A NATUREZA DA LUZ A PARTIR DAS IDEIAS PRÉVIAS DOS ALUNOS

Talissa Cristini Tavares Rodrigues
Maria Emília Baltar Bernasiuk
Ana Maria Marques da Silva

O estudo da luz costuma ser limitado ao modelo básico de raios de luz apresentado na óptica geométrica. A preocupação dos professores em cumprir os conteúdos em sala de aula é tão grande que *os obriga* a fazer a escolha de trabalhar a luz somente como reflexões em espelhos e refrações em prismas e lentes. Este trabalho apresenta a proposta de uma unidade didática elaborada a partir das ideias prévias dos alunos sobre a natureza da luz, tentando promover esse ensino de forma mais coerente e significativa. As atividades, comuns ao estudo de óptica, foram aplicadas em uma turma de segundo ano do Ensino Médio, em uma escola pública estadual de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, com base na teoria da confrontação das ideias prévias, proposta por Giordan (1996). As expressões artísticas dos alunos foram utilizadas para identificar suas ideias e as atividades desenvolvidas, buscando uma transformação, de tal forma que os significados se aproximassem do modelo científico. Todos os alunos submetidos às atividades da unidade didática apresentaram evolução considerável em relação à sua ideia inicial sobre a natureza da luz e, em alguns casos, se observou a integração da concepção inicial às novas ideias.

A abordagem escolar da natureza da luz

No Ensino Médio, ao tratar da temática óptica, a natureza da luz e os fenômenos ondulatórios não costumam ser discutidos, sendo normalmente realizados estudos voltados somente para a óptica geométrica. A apresentação da luz simplesmente como um conjunto de raios geométricos torna difícil alcançar que os alunos expliquem fenômenos tais como, por exemplo, a cor dos objetos, as sombras coloridas, o arco-íris, a cor do céu e o brilho das estrelas. Dessa forma, as concepções construídas pelos alunos sobre a luz costumam ser restritas a uma visão corpuscular.

Mas o que é a luz para as crianças? Partindo dessa indagação, Guesne (1992) realizou um estudo com crianças entre 10 e 15 anos, as quais, até aquele momento, não haviam estudado o tema em sua vida escolar. O estudo foi realizado sobre as concepções prévias, explorando o que a palavra “luz” significava para elas, quais propriedades eram atribuídas a essa palavra e como eram interpretados alguns fenômenos físicos que envolviam a luz.

Guesne (1992) obteve, como resultado, duas concepções: (1) a luz igualada à sua origem, seus efeitos ou como um estado, e; (2) como corpo distinto, localizado no espaço entre a fonte e o efeito que ela produz. Esses resultados lhe permitiram concluir que as crianças admitem que a luz possa ser refletida pelos objetos, mas podem *ignorar* essa ideia quando a percepção do fenômeno proporciona outra chave para interpretar a situação. Com isso, a autora sugere que o ensino estimule os alunos a usar intensamente essa ideia de *reflexão* e que essa seja por eles aplicada de uma forma mais geral para explicar os fenômenos que envolvem a luz. Para isso, propõe que o estudo da luz inicie pela abordagem dos espelhos (óptica geométrica). Segundo Gircoreano e Pacca (2001 *apud* SILVA, 2009, p. 1), “[...] Essa maneira usual de estudar óptica não deixa evidente que a luz se propaga num espaço tridimensional, em que há uma fonte de luz e que existem obstáculos para a propagação; os aspectos concernentes à natureza da luz são, em geral, desconsiderados”. Paulo *et al.* (1997 *apud* Silva, 2009) sugerem que se deve dar menor ênfase ao ensino da óptica geométrica em favor de uma maior ênfase à discussão sobre a natureza da luz.

Partindo da mesma indagação que serviu para nortear os estudos de Guesne (1992) e dos argumentos de outros autores, em Silva (2009), sobre o ensino da natureza da luz, foi elaborada uma unidade didática sobre a luz. Este texto apresenta a proposta de unidade didática sobre a natureza da luz, desenvolvida a partir das ideias dos alunos e considerações sobre sua aplicação com alunos do segundo ano do Ensino Médio.

Metodologia

A Unidade Didática (UD) foi desenvolvida com base nas ideias prévias de alunos do segundo ano do Ensino Médio, com idades entre 14 e 16 anos, e dos argumentos apresentados por Paulo e colaboradores (1997), Gircoreano e Pacca (2001 *apud* Silva, 2009), sobre o ensino da natureza da luz, e por Giordan (1996).

Os sujeitos de pesquisa foram os alunos de uma escola pública estadual que participaram da UD, cujas famílias podem ser enquadradas dentro das classes médias baixas e baixas. Muitos deles relataram que, devido às suas condições econômicas, eram obrigados a trabalhar no turno inverso da escola. No dia a dia enfrentavam situações relacionadas à exposição às drogas, à violência e ao desemprego nas famílias, o que ocasionava altos índices de evasão e repetência.

Unidade Didática (UD)

Giordan (1996) afirma que o conhecimento se constrói lentamente. Não é correto tentar eliminar o conhecimento já existente no aluno, mas, sim, transformá-lo. Para que isso aconteça é necessário ouvir e confrontar essas ideias já existentes. Nessa situação de desconforto, a ideia atual começa a evoluir, surgindo novas ideias, e o papel do professor se torna fundamental nesse processo para que a evolução ocorra rumo ao conhecimento científico. Um conceito não se aprende de uma vez, mas afina-se progressivamente. Uma noção nunca está isolada, mas, sim, relacionada com outras ideias que evoluem juntamente com ela (GIORDAN, 1996).

A UD foi elaborada com base nos argumentos anteriormente citados e nos tipos de confrontação apresentados por Giordan (1996):

- As confrontações resultam da contradição existente entre as concepções dos diferentes aprendentes.
- As confrontações estão ligadas ao conflito entre ideias e/ou hipóteses dos indivíduos e a realidade em que vivem.
- As confrontações podem apresentar conflito com certos modelos da ciência.

Com isso, inicialmente, foi proposto aos alunos o desenvolvimento de uma atividade artística que consistia na elaboração de uma breve história em quadrinhos que expressasse suas ideias sobre a natureza da luz. Essa atividade foi realizada em pequenos grupos, pois se almejava, além da expressão das ideias, que os alunos conseguissem discuti-las e confrontá-las com as ideias dos colegas. Após a elaboração das histórias, eles foram convidados a apresentá-las para o grande grupo. Na sequência, foi realizada uma discussão sobre as histórias, mediada pelo professor.

No segundo momento, os alunos participaram de uma atividade denominada *Viagem no tempo*, com a finalidade de conhecer os cientistas que se dedicaram ao estudo da luz, as teorias da luz no passado, as representações e como os conceitos evoluíram até os dias atuais. Para essa atividade foi utilizada uma aula expositiva dialogada, elaborada pela autora. Para discutir a natureza dual da luz, foi utilizada uma *charge* mostrando uma entidade quântica deitada em um divã, reclamando a um analista não saber se seria onda ou partícula.

Os planos de aula utilizados na UD foram elaborados com base no conteúdo de livros didáticos de Gaspar (2010), Máximo e Alvarenga (2007), Gonçalves Filho e Toscano (2002), Diez Arribas (1996) e Valadares (2007). Tais obras não se destacam por apresentar atividades lúdicas. Ao contrário, são consideradas tradicionais nas escolas, exceto o livro de Valadares, por apresentar uma abordagem inteiramente experimental.

As atividades, em sua maioria, foram desenvolvidas em sala de aula ou no pátio da escola. Tais atividades foram escolhidas de tal forma que se levasse em consideração suas contribuições para a construção/evolução do conhecimento da natureza da luz no aluno. Assim, assumiu-se, nesse

trabalho, que alunos constroem suas ideias para explicar os fenômenos que acontecem à sua volta. Porém, nem sempre essas ideias estão de acordo com os conceitos ensinados na escola. Se o professor não procurar conhecer essas ideias, elas serão ocultas em seu discurso de sala de aula.

As atividades desenvolvidas nesse trabalho são comuns e de caráter simples no estudo da temática óptica em sala de aula. Pode-se citar: a construção de uma câmara escura para estudar a formação e definição de imagens; a montagem de experiência para estudar sombras e eclipses com materiais de baixo custo; o uso de um disco de Newton; a construção de um arco-íris; o reconhecimento de instrumentos ópticos; o estudo de episódios de desenhos animados que apresentam situações nas quais se aplica o estudo da óptica ondulatória e geométrica; o uso de *lasers* e água para demonstrações de funcionamento da fibra óptica; a construção de um espectroscópio e uma atividade de interação em um espaço não formal, no caso, o Museu de Ciências e Tecnologia (MCT) da PUCRS.

O MCT possui cerca de setecentos experimentos interativos, dioramas, laboratórios especiais e exposições temporárias, visando à popularização e divulgação do conhecimento científico e tecnológico. Por isso, torna-se um espaço rico e diversificado para complementar a Educação Científica. Além disso, o MCT da PUCRS possui um programa de interação entre a universidade e a escola que permite o desenvolvimento de atividades dos licenciandos com suas turmas.

No MCT foi desenvolvida uma atividade denominada *Do arco-íris ao pote de ouro*, segundo o roteiro apresentado na Figura 1, a seguir. Para essa atividade, os alunos foram divididos em grupos e elegeram um líder. Cada líder recebeu uma proposta de roteiro na qual constavam questões que deveriam ser respondidas pelo grupo, considerando o conteúdo estudado em sala de aula, suas ideias e as informações contidas nos experimentos do MCT. Ao término dessa tarefa, o líder era encarregado de resgatar com o professor o desafio final do seu grupo. As questões anteriormente respondidas serviam como um mapa para a *caça ao tesouro*, ou seja, pela busca da resposta ao desafio final. Os grupos precisavam responder esta pergunta: *O que é o arco-íris?*

Cabe lembrar que a mesma atividade proposta no museu de ciências pode ser adaptada para ser trabalhada de forma semelhante na própria escola. Por exemplo, o roteiro poderia ser adaptado para que os alunos recebessem como desafio a construção de experimentos que explorassem a natureza da luz. Após essa atividade prática, eles poderiam defender a sua produção, utilizando-se dos conceitos, leis e teorias já estudadas em aula e de uma pesquisa bibliográfica. A seguir, o professor poderia sugerir que se realizasse uma amostra científica com esses trabalhos na escola.

“DO ARCO ÍRIS AO POTE DE OURO”

Roteiro elaborado por Talissa Rodrigues

Disciplina de Estágio IV, Mestre Profª Maria Emília Balzer Berniznik

*Você foi o escolhido para fazer parte da Missão “Do Arco-Íris ao Pote de Ouro”
Para realizá-la com sucesso você precisará viajar não só pelo “Universo”, mas também
no “Mundo das Ondas e Som” e conhecer a LUZ. Acelere sua nave até o segundo
pavimento, onde esta aventura começa! Busque suas pistas e conclua a missão. Boa Sorte!*

1. Que tal fazer uma viagem no Sistema Solar?

(Para esta atividade utilize os experimentos, Distância entre as estrelas, 2214 e 2215, na área do Universo, 2º pavimento e, se necessário, não esqueça que você ainda tem o Mezanino da Comunicação, onde os computadores podem lhe auxiliar numa pesquisa mais aprofundada)

- As distâncias astronômicas são medidas em anos-luz. O que esta grandeza representa?
- Qual a distância do Sol até a Terra?
- Quanto Tempo a Luz Solar leva para chegar até o nosso Planeta?

2. Que tal observar o céu?

Os antigos povos da civilização tinham o hábito de observar o movimento dos astros no céu. Nosso primeiro calendário foi construído com base na observação da Lua. As plantações e colheitas também seguiam a um calendário conforme o surgimento ou de determinadas constelações no céu. O homem também aprendeu a distinguir Planeta de estrela. Aprendeu que as estrelas não são todas iguais: algumas são grandes, outras pequenas, azuis, amarelas e também vermelhas, mas todas são estrelas e tudo o que vemos a noite, nada mais é do que uma fotografia do passado. Uma fotografia de 4 anos atrás, ou até mesmo de 4 bilhões de anos.

- Se as estrelas tem cores e tamanhos diferentes porque as vemos todas iguais aqui da Terra? (Para esta atividade utilize o experimento Distância entre as Estrelas e o Mural “Evolução Estelar”, no 2º pavimento)
- Qual é a estrela mais próxima da Terra, depois do Sol? (Para esta atividade utilize o mural “Evolução Estelar”, no 2º pavimento)
- Como a luz do Sol e das demais estrelas chega até nosso Planeta? Ela não precisa de um meio para se propagar? (Para esta atividade utilize a área Ondas e Som, no 3º pavimento)

3. Azul anil durante o dia...

Vermelho como o sangue ao entardecer...

À noite o silêncio o domina

E o azul antes anil, agora é índigo e o predomina.

- Em poucas palavras, explique por que vemos o céu azul? (Para esta atividade utilize o experimento 1426, na área da Luz, no 3º pavimento)

4. “Muitos Cientistas procuraram entendê-la, mas a luz carrega em sua natureza enigmas difícil de interpretar. De onde vem? Para onde e como vai?... Por muitos anos os homens a tiveram como obsessão. Se pedires ao homem para hoje descrever a muitas respostas eles lhe darão”.

(Para esta atividade utilize os experimentos 1463, 1436, 1406 e 1443, na área da Luz, 3º pavimento)

d) Observe as cores na placa branca e no disco. Quais cores você pode ver?

e) O que elas representam?

f) Qual a relação delas com o arco-íris? (Para esta atividade utilize os experimentos 1463, 1436, e o princípio envolvido nos experimentos 1406 e 1443, na área da Luz, 3º pavimento)

5. A Terra e seus mistérios...

É comum nos dias em que há chuva e sol ao mesmo tempo nós vemos no céu um arco de cores conhecidas como Arco-Íris. As sete cores que o compõem já serviram de inspiração para muitos poetas, até mesmo para contadores de histórias e há quem diga que no final dele existe um pote de ouro.

- Mas afinal, o que é o Arco-Íris?

PARABÊNS!

Você concluiu a missão com sucesso e descobriu que no final do arco-íris não há um pote de ouro, mas sim uma montanha de conhecimentos!

Figura 1: Roteiro utilizado na atividade desenvolvida no MCT

Fonte: Elaborado por Talissa Rodrigues.

Análise e resultados

As representações artísticas iniciais dos alunos mostraram que, apesar de a luz fazer parte do seu dia a dia, existe uma dificuldade imensa

em expressar a sua natureza. Muitos relataram, durante a discussão, que nunca haviam pensado no que realmente ela representava. As representações artísticas elaboradas pelos alunos resumem, de forma geral, as ideias mais presentes para explicar a natureza da luz.

Observou-se que, na maioria, os alunos representam a luz como uma fonte de energia – a energia elétrica que recebemos em nossa casa ou a energia solar – e atribuem a sua descoberta a Thomas Edison e/ou que sem a luz não haveria vida. Nas aulas seguintes, essas ideias e também as ideias expostas pelo grande grupo, na discussão mediada pelo professor, foram trabalhadas de tal forma que se acrescentasse a elas aspectos da teoria científica.

Durante a atividade *Viagem no tempo*, os alunos sentiram-se confortáveis para fazer perguntas e expor sua opinião. O aspecto que mais os impressionou no estudo histórico das teorias da luz foi descobrir que, para os pitagóricos, a luz se tratava de algo que estava dentro de nós. Discutiram o assunto para encontrar um motivo para essa ideia. Chegaram à conclusão, sozinhos, de que os pitagóricos se baseavam no fato de que, ao fechar os olhos, você vê tudo escuro e, ao abrir, as coisas são vistas, em acordo com outros autores que trazem essa hipótese.

Outra atividade que gerou grande discussão foi o disco de Newton, na aula *As cores dos objetos*. Os alunos encontraram grande dificuldade em entender que as *sete cores* representam comprimentos de onda diferentes, que juntos formam a luz branca (visível), e que as cores dos objetos são o resultado de processos de absorção e reflexão desses comprimentos de onda da luz visível. A maioria dos livros didáticos traz, por exemplo, que um objeto é azul porque absorve todas as outras cores e reflete somente o azul. Uma vez que a UD foi elaborada com atividades de maior ênfase à óptica ondulatória, tornou-se viável explicar essa questão dizendo que um objeto azul tem essa cor porque o seu material absorve todos os comprimentos de onda da luz visível. Porém, o comprimento de onda que corresponde ao azul é menos absorvido que os demais. Demonstrações com objetos iluminados por lâmpadas coloridas (verde, azul, amarela, branca e vermelha) permitiram maior esclarecimento para os alunos quanto à coloração dos objetos.

A atividade realizada no MCT foi a penúltima abordagem, trabalhando aspectos da óptica ondulatória. Durante a visita ao museu, os alunos realizaram os procedimentos, demonstrando sempre muito interesse. O professor procurou estar próximo dos grupos para esclarecimento de dúvidas e/ou qualquer auxílio aos alunos. Após a visita, os alunos apresentaram seus resultados em sala de aula e discutiram um pouco mais sobre o arco-íris. Alguns relataram experiências de infância, tais como brincar com uma mangueira e ver um arco-íris. A isso, associaram o fenômeno da dispersão da luz branca, mostrando que a atividade desenvolvida no MCT foi válida para a evolução do seu conhecimento. Na sequência, as histórias em quadrinhos sobre a natureza da luz foram refeitas.

As novas figuras mostraram que a ideia da natureza da luz como apenas uma *fonte de energia* foi reformulada para a aceitação do caráter ondulatório ou corpuscular, incluindo a relação com a sombra dos corpos e coloração dos objetos. Usou-se a expressão *reformulada* porque, segundo Giordan (1996), uma ideia prévia não deve ser substituída por outra, sendo apenas trabalhada para que evolua a fim de se aproximar do conhecimento científico.

Nas novas figuras, os alunos representaram artisticamente suas explosões de ideias para descrever uma nova compreensão quanto à natureza da luz. Observa-se que a ideia de fonte de energia não foi abandonada totalmente, apenas se uniu às novas ideias. Sobre esse fato, Mortimer (1996) destaca que mesmo ocorrendo uma transformação na concepção prévia do sujeito, tornando-o “um sujeito epistêmico”, no dia a dia ele continuará utilizando suas concepções de maneira informal. Como exemplo dessa situação, cita o fato de que uma pessoa com maior formação pode rir de uma criança que associa o frio com o contrário do calor. No entanto, no seu cotidiano, essa pessoa faz uso da mesma concepção. Dessa forma, o autor se posiciona dizendo que “tentar evoluir uma concepção a fim de extingui-la é irreal e inútil, pois elas representam a linguagem cotidiana, uma forma de compartilhar significados e se comunicar dentro de vários grupos” (MORTIMER, 1996, p. 26).

As novas concepções artísticas dos alunos mostraram uma grande transformação e apresentaram aspectos marcantes deixados por ati-

vidades pontuais na UD: a história da natureza da luz, a atividade no MCT e a discussão sobre as cores dos objetos, nas quais a interação entre eles foi maior – seja discutindo ou interagindo. Dessa forma, pode-se dizer que tais atividades foram fundamentais na contribuição para o início da transformação/evolução da ideia prévia desses alunos quanto à natureza da luz.

Considerações finais

Conforme afirma Giordan (1996), a cópia não propicia ao aluno a construção do conhecimento. Com base nesse pensamento se construiu a UD apresentada neste trabalho, procurando conhecer as ideias dos alunos, dando-lhes autonomia para expressar suas ideias e, na medida do possível, contribuir para que essas ideias se transformassem/evoluíssem, atribuindo-lhes aspectos do conhecimento científico.

Investigar as ideias dos alunos fez com que o professor conhecesse como eles explicam alguns fenômenos de seu cotidiano que estão relacionados com a física. Os alunos que se envolveram na aplicação da UD não só responderam muito bem às atividades – comuns ao estudo de óptica – como a transformação de suas concepções prévias foi visivelmente notada: inicialmente havia uma ideia primitiva de que a luz se tratava apenas de um tipo de energia que abastecia as casas, enquanto após as atividades eles expressam a luz como caráter dual e conseguem associá-la a fenômenos relacionados às cores dos objetos e sombras. Outro fato marcante desse trabalho foi a identificação da primeira concepção (a luz como fonte de energia) integrada às novas ideias (caráter dual, coloração dos objetos etc.), formando uma concepção que, segundo Mortimer (1996), o aluno saberá distinguir quando usar o conhecimento científico – geralmente nas escolas ou em situações que exijam o conhecimento científico – e quando usar a concepção informal que, para o autor, é uma forma de compartilhar informações e se comunicar nos diferentes grupos da sociedade.

O desenvolvimento do trabalho mostrou que explorar a natureza da luz pode ser complexo, mas é viável para iniciar o estudo de ópti-

ca. Adicionalmente, observou-se que as atividades propostas, baseadas em livros didáticos, podem ser lúdicas e interativas. A simplicidade das mesmas não inibiu o interesse dos alunos, ficando evidente que tais obstáculos, como a falta de um laboratório ou um espaço para práticas nas escolas, podem ser facilmente enfrentados.

REFERÊNCIAS

ARRIBAS. *Experiências de física na Escola*. 4. ed. Passo Fundo: EdiUIPF, Universidade de Passo Fundo, 1996.

GASPAR, A. *Física*. V. 2. São Paulo: Ática, 2010.

Giordan; A. O lugar das confrontações. In: GIORDAN, A.; VECCHI, G. *As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos*. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996, p. 170-180.

GONÇALVES FILHO; TOSCANO. *Física para o Ensino Médio*. v. único. São Paulo: Scipione, 2002.

GUESNE, E. La luz. In: DRIVER, R.; GUESNE, E.; TIBERGHIE, A. *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Ediciones Morata, 1999, p. 31-61.

MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. *Curso de física*. v. 1. São Paulo: Scipione, 2007.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de Ciências: para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*. V. 1. Porto Alegre, 1996, p. 20-39.

SILVA Jales de Aquino. Ênfase no modelo ondulatório como estratégia de promoção da evolução conceitual em tópicos sobre a luz em nível médio. Brasília: Universidade de Brasília, 2009. 146p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências), Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

VALADARES, E. de Campos. *Física mais que divertida: inventos eletrizantes baseados em materiais reciclados e de baixo custo*. Belo Horizonte: UFMG, 2007.