



Júri simulado: um uso da história e filosofia da ciência no ensino da óptica

Introdução

Hoje em dia, há um relativo consenso entre professores e pesquisadores em ensino de física, no que diz respeito à importância do uso da história e da filosofia da ciência (HFC) em sala de aula. A literatura especializada converge acerca dos benefícios que o uso dessa abordagem pode trazer para o ensino, em geral, e o de física, em particular [1-5].

Vale destacar, porém, que, historicamente, algumas críticas também foram endereçadas ao uso da HFC em sala de aula [2, 3, 6]. Apesar das críticas, o uso da HFC pode ser considerado um importante instrumento para a melhoria do ensino de ciências. Percebe-se duas grandes correntes de abordagens históricas no ensino de ciências: a primeira entende a HFC como um elemento auxiliar para a compreensão de teorias físicas, enquanto a segunda a enxerga como um elemento constituinte da própria ciência [7].

O que se percebe, entretanto, nas aulas de ciências, não é uma coisa nem outra, mas um enfoque que representa uma espécie de “reconstrução” racionalista do conhecimento científico. Essa visão mais tradicional ignora aspectos relevantes (a relação ciência e sociedade, a visão da ciência como atividade humana, a falibilidade dos cientistas), que deveriam permear as aulas de ciências. Isto

pode acarretar ao aluno uma visão totalmente distorcida do que é o conhecimento científico, além de não garantir sucesso na aprendizagem de teorias físicas.

No campo da didática das ciências, modelos desenvolvidos por cientistas, assim como obstáculos que eles tiveram que

contornar, ao longo da história, são observados em nossas salas de aula. Existe um reconhecido paralelismo entre alguns dos modelos históricos desenvolvidos pelos cientistas e os elaborados pelos alunos em sala. Nesse sentido, autores como Gagliardi [1] apontam que o uso da HFC pode contribuir na identificação e superação de obstáculos epistemológicos à aprendizagem.

Uma pesquisa com professores, licenciandos e alunos de pós-graduação em ensino de física evidenciou o interesse desses sujeitos no que diz respeito ao uso da HFC, como já apontado em outras pesquisas realizadas. Entretanto, verificou-se também que uma das principais preocupações dos participantes residia em “como fazer” atividades fundamentadas pela HFC no nível médio. Um dos conteúdos considerados mais difíceis, quanto ao tratamento histórico-filosófico, foi a óptica [5].

O ensino da óptica no nível médio

Com respeito ao ensino dessa área da física, percebe-se que a forma pela qual ela é, geralmente, trabalhada em sala de aula, tomando como base algoritmos

ópticos para a explicação de fenômenos como a reflexão e a refração, por exemplo, não garante uma aprendizagem de teorias físicas.

Estudantes do nível médio apresentam uma série de dificuldades para interpretar

fenômenos elementares da óptica. Pesa e Cudnami [8] evidenciam três grandes temas problemáticos. São eles:

- A natureza e propagação da luz
- A formação das imagens
- As cores

Geralmente, inicia-se o estudo da

Percebe-se duas grandes correntes de abordagens históricas no ensino de ciências: uma entende a HFC como elemento auxiliar para a compreensão de teorias físicas; outra a enxerga como um elemento constituinte da própria ciência

.....
Boniek Venceslau da Cruz Silva
E.E. Presidente Roosevelt, Natal, RN, Brasil
E-mail: boniekvenc@yahoo.com.br

.....
André Ferrer Pinto Martins
Departamento de Educação,
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil
E-mail: aferrer34@yahoo.com.br
.....

Este trabalho descreve uma estratégia didática realizada no nível médio de ensino e fundamentada na história e na filosofia da ciência, que teve como objetivo tornar mais atrativo e significativo o ensino da física e, em particular, o ensino da óptica: o júri simulado.

óptica com noções básicas sobre a luz e o processo da visão. Para isso, são usados algoritmos para representar os raios luminosos que partem da fonte, refletem no objeto a ser visto e chegam aos nossos olhos. Na prática mais tradicional são ignoradas noções do pensamento grego, os quais na Antiguidade desenvolveram modelos para explicar como se dava a visão. Não se atenta para o paralelismo existente entre modelos desenvolvidos na Antiguidade e aqueles elaborados por certos alunos [8, 9]. Por exemplo, alguns estudantes dispõem de um modelo de visão que concebe a emissão de “raios visuais” pelo olho, concepção de acordo com Pitágoras.

Modelos inadequados podem-se perpetuar em função das próprias práticas escolares, muitas vezes fundamentadas na necessidade de encontrar soluções a problemas-padrão [10]. Em geral, espera-se que os alunos, após o estudo dos conceitos e das leis, possam resolver situações-problema que requerem estes conhecimentos. Contudo, a literatura especializada evidencia que os alunos, mesmo após um estudo de leis e conceitos da óptica, apresentam dificuldades, em muitos casos, de compreensão de conceitos básicos [9, 11, 12].

Esse tipo de ensino, além de não promover uma sólida aprendizagem conceitual, não estimula discussões relevantes sobre o “fazer ciência”, podendo gerar visões distorcidas acerca do que é o pensamento científico [10].

Para Guerra *et al.* [13], pensando e refletindo sobre a ciência, os alunos podem enfrentar futuros questionamentos em relação a temas científicos, mesmo trabalhando em áreas distantes da científica. Uma das soluções é problematizar a ciência e a tecnologia a partir da discussão histórico-filosófica de sua construção.

Também para Vannucchi [3], a inserção da história da ciência pode dar um maior significado ao estudo desse conteúdo, revelando aspectos histórico-sociais importantes para o desenvolvimento dos conceitos. Outros trabalhos também apresentam propostas orientadas a melhorar o ensino de temas da óptica, em nível médio, baseadas em uma metodologia problematizadora e questionadora, que aponta a HFC como seu eixo norteador [9, 10].

Mas, enfim: como se estrutura a prática do júri simulado? Esta dinâmica possui uma necessidade intrínseca: a da escolha de temas problematizadores que envolvam polêmicas e divergências de opiniões

A inserção da história da ciência pode dar um maior significado ao estudo desse conteúdo, revelando aspectos histórico-sociais importantes para o desenvolvimento dos conceitos

Em nossa prática docente, também desenvolvemos metodologias para a inserção da história da óptica no ensino médio. O objetivo deste trabalho, justamente, é apresentar uma proposta de estratégia didática, fundamentada pela HFC, para ser trabalhada no nível médio. A ideia cen-

tral é apresentar aos alunos as controvérsias históricas acerca da natureza da luz (um tema não muito abordado em livros didáticos de física), bem como, desenvolver neles a capacidade argumentativa e uma melhor compreensão da linguagem científica, em particular, a linguagem da física.

Elaborando e discutindo o júri simulado

Vamos, aqui, relatar uma prática realizada por nós para trabalhar conteúdos da óptica: o “júri simulado”.¹ Ela consiste, basicamente, em uma dinâmica de grupo a ser utilizada, preferencialmente, quando se pretende abordar temas potencialmente geradores de polêmicas. Neste estudo, a prática do júri simulado foi desenvolvida no ensino médio, em uma escola da Rede Pública Estadual. Entretanto, ela pode ser realizada nos mais diversos graus de ensino.

Em particular, as controvérsias geradas em torno da natureza da luz (onda ou partícula?), na história da óptica, tornam a elaboração do júri simulado uma ótima estratégia didática para investigar a pertinência e as contribuições de uma abordagem que priorize as dimensões históricas e filosóficas da ciência. Esta prática, também, pretende ser de fundamental importância na construção de conceitos científicos da óptica (reflexão, refração, difração e interferência) por parte dos alunos, em sala de aula.

Mas, enfim: como se estrutura a prática do júri simulado? Esta dinâmica possui uma necessidade intrínseca: a da escolha de temas problematizadores que envolvam polêmicas e divergências de opiniões.

Antes da realização da atividade propriamente dita, no nosso caso, foram trabalhados textos históricos que tinham por

finalidade dar uma fundamentação teórica aos alunos. Durante todo um bimestre letivo, foram distribuídos e discutidos com os alunos textos contendo discussões referentes ao episódio histórico debatido [trechos selecionados de 14, 15 e 16].²

Para promover uma maior compreensão da leitura, foi solicitado aos alunos que elaborassem um fichamento dos textos e, também, destacassem as suas dúvidas sobre o material utilizado por eles. Por fim, foi solicitado aos alunos que respondessem algumas questões elaboradas pelo professor, posteriormente discutidas em sala de aula.

O júri simulado

A prática simula um tribunal judiciário, onde os participantes têm funções predeterminadas.

Os participantes da prática são divididos em três grupos: dois grupos de debatedores e uma equipe responsável pelo veredicto (o júri popular).

É aconselhável que cada grupo de debatedores possua a mesma quantidade de pessoas. O grupo do júri popular deve conter um número menor de componentes (entre 3 e 6 alunos, de uma sala com 30, por exemplo). O papel do professor é o de coordenar a prática, delimitando o tempo para cada grupo defender sua tese e

atacar a tese defendida pelo grupo oponente.

O processo inicia-se com o lançamento do tema proposto pelo professor. No nosso caso: a luz é onda ou partícula?³

A preparação prévia dos alunos deve propiciar que eles cheguem à atividade em condições de desenvolver argumentos em favor das teses opostas. É preciso, no entanto, dar um tempo inicial para que os alunos socializem suas informações no grupo, antes do início do debate.

A partir daí, cada grupo lança a sua tese inicial, defendendo seu ponto de vista à medida que surjam “réplicas” e “tréplicas”. O professor, como coordenador da atividade, também pode lançar perguntas que motivem o debate, evitando fornecer respostas ou apoiar alguma das posições.

Por fim, cada grupo tem um tempo para suas considerações finais. O júri popular, então, reúne-se para socializar seus apontamentos, feitos ao longo da atividade, e decretar o veredicto. A Tabela 1 sistematiza as etapas do júri simulado, sugerindo a duração (aproximada) de cada uma delas.

Pensando e refletindo sobre a ciência, os alunos podem enfrentar futuros questionamentos em relação a temas científicos, mesmo trabalhando em áreas distantes da científica

Tabela 1 – Etapas do júri simulado.

Etapas	Tempo (aula de 60 min)
Socializar as ideias nos grupos	10 min
Defesa da tese inicial	10 min (5 min para cada grupo)
Debate entre grupos	20 min
Considerações finais	10 min (5 min para cada grupo)
Veredicto	5 min

Há, ainda, outra possibilidade: o professor pode, antes do veredicto, solicitar que os grupos “troquem de tese”, ou seja, passem a defender o que eles anteriormente atacavam (aqueles que defendiam a tese da luz como onda passam a defendê-la como partícula, e vice-versa).

Avaliando o júri simulado

Um primeiro momento de avaliação, antes da própria prática, consistia na preparação de fichamentos e relatórios sobre as leituras desenvolvidas pelos alunos (textos históricos).

Estes relatórios e fichamentos serviam de base para que aflorassem nos alunos controvérsias e indagações em relação ao assunto estudado. Já no que tange ao professor, esta prática servia para uma avaliação não só das próprias teorias físicas desenvolvidas pelos alunos, mas da compreensão do “fazer ciência” apresentada pelos aprendizes em sala de aula.

Abaixo, reproduzimos um pequeno trecho do debate realizado pelos alunos na prática (os sujeitos indicados pela letra “A” defendiam a luz como onda, enquanto os indicados por “B” argumentavam a favor do modelo corpuscular):

A1: - Por que você acha que a propagação da luz acontece através de partículas?

B1: - Achemos que Newton já mostrou, e Einstein a usou para explicar o efeito fotoelétrico... Então por que no efeito fotoelétrico a luz seria uma onda?

A1: - Você não percebeu que quando eu acendo a lanterna, a luz se espalha como uma onda?

A2: - A teoria da luz como partícula é totalmente ultrapassada...

A1: - Como explicar a difração com uma teoria corpuscular?

B1: - A luz como partícula bate na parede e volta.

B2: - Se Einstein ganhou o prêmio Nobel retomando as ideias de Newton, ele é “o cara”, e disse que era partícula. Todo mundo sabe que Newton só falava o que era certo. E ele disse que a luz era partícula.

A3: - A luz como onda pode ser construída e destruída e as partículas não.

B2: - Newton mostrou que com sua inteligência, a luz branca é a união de todas as cores pelos prismas.

A3: - Newton era um louco!

Neste outro trecho, já no desfecho da prática, os alunos chegam a uma importante conclusão que vale destacar:

A1: - Einstein falou que a luz era tanto onda como partícula...

B3: - Eu também acho...

A2: - Então vamos fazer as pazes...

Vemos que o debate permite que surja uma série de ideias e argumentos, tanto referentes aos fenômenos ópticos em si (“A luz como partícula bate na parede e volta”; “A luz como onda pode ser construída e destruída e as partículas não”), quanto referentes a questões que envolvem visões de ciência e dos cientistas (“Todo mundo sabe que Newton só falava o que era certo”; “Newton era um louco!”). Cabe ao professor problematizar essas questões a partir do debate, esclarecendo-as e evitando as distorções muito comuns acerca na “natureza da ciência”.

Implicações ao ensino de física

Na sua essência, a prática apresentada objetiva a realização de reflexões em torno do fazer científico, ao colocar em confronto distintas maneiras de conceber a natureza da luz. Espera-se, assim, que os alunos possam perceber a pluralidade de ideias existentes na formação dos conceitos, descaracterizando a visão de uma ciência “linear” e ideia do “gênio”, muito difundidas nas práticas mais tradicionais.

Ainda nessa direção, o júri simulado poderá dar um maior significado ao estudo da física e, em particular, da óptica, pois os alunos terão a possibilidade de vivenciar as dificuldades encontradas pelos cientistas na formulação e defesa dos modelos, diante de colegas defensores de outro ponto de vista. Neste cenário, a capacidade de *argumentação* por parte dos alunos torna-se fundamental, devido à própria natureza da atividade, em que o trabalho com *hipóteses* e a *explicação* são

habilidades importantes na defesa de cada uma das teses.

Inserir os alunos na linguagem da física, seja por meio da fala ou da escrita, é um dos objetivos das aulas dessa disciplina. Afinal, a física tem uma linguagem peculiar, que lhe fornece identidade própria. A linguagem e a comunicação fazem parte das atividades científicas. Espera-se que, desenvolvendo a argumentação por meio da prática do júri simulado, os alunos (re)construam seus saberes acerca dos conceitos da óptica, mobilizando uma terminologia adequada.⁴

Portanto, o júri simulado, por suas características, pode contribuir para:

- Humanizar o ambiente escolar
- Favorecer o trabalho em grupo e o diálogo entre os estudantes
- Socializar as concepções apresentadas pelos estudantes, identificando semelhanças com visões históricas
- Problematizar questões relativas à natureza da ciência
- Favorecer a argumentação, o trabalho com hipóteses e a comunicação em física
- Aprender conceitos e temas científicos

Conclusões

A inserção da história e da filosofia da ciência no ensino de física, em geral, e no da óptica, em particular, possibilita uma abordagem diferente para as discussões realizadas em sala de aula. Neste trabalho, entretanto, não defendemos a ideia de transformar as aulas de física em aulas de história e filosofia da ciência. O docente deve ter a liberdade e flexibilidade de desenvolver, nas aulas de física, atividades das mais diversas naturezas, além da abordagem de cunho histórico-filosófico.

Para uma aprendizagem mais significativa é necessário que busquemos estratégias de ensino mais dinâmicas e interativas, com as quais o aluno possa reconhecer-se como elemento ativo de sua formação.

Acreditamos que a proposta sugerida aqui unifica esses dois aspectos, sendo adequada e viável para se trabalhar elementos da história da óptica de uma forma diferente e, de certo modo, divertida para os alunos. A estratégia do júri simulado permite que os alunos compartilhem, com os seus pares, conteúdos de física de uma forma ativa, dinâmica e mais humanizada.

Agradecimentos

Agradecemos à direção da escola pela colaboração e, também, aos alunos, pela dedicação e prazer mostrados no decorrer da prática. Agradecemos, ainda, à Letícia Carvalho pela filmagem.

Referências

- [1] R. Gagliardi, *Enseñanza de las Ciencias* **6**, 291 (1988).
- [2] M.R. Matthews, *Caderno Catarinense de Ensino de Física* **12**, 164 (1995).
- [3] A.I. Vannucchi, *História e Filosofia da Ciência: Da Teoria Para a Sala de Aula*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Física/Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1996.
- [4] J.M. Campanario, *Revista de Enseñanza de la Física* **11**, 5 (1998).
- [5] A.F.P. Martins, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **24**, 112 (2007).
- [6] R.A. Martins, in: *Estudos de História e Filosofia das Ciências: Subsídios para Aplicação no Ensino*, organizado por C.C. Silva (Livraria da Física, São Paulo, 2006).
- [7] A.M.Barros e A.M.P. Carvalho, *Revista Ciência e Educação* **5**, 83 (1998).
- [8] M.D.Pesa e L.C.Cudmani, *Caderno Catarinense de Ensino de Física* **10**, 128 (1993).
- [9] L.O. García J.M. Torregrosa, J.C. Alís y R.V. Carbonell, *Enseñanza de las Ciencias* **25**, 277 (2007).
- [10] L.M. Iparraguirre, *Enseñanza de las Ciencias* **25**, 423 (2007).
- [11] F.M. Goldberg and L.C. Mcdermot, *The Physics Teacher* **1**, 472 (1986).
- [12] J.P. Gircoreano e J.L.A. Pacca, *Caderno Catarinense de Ensino de Física* **18**, 26 (2001).
- [13] A. Guerra, J.C. Reis e M. Braga, *Física Na Escola* **3**, 8 (2002).
- [14] A. Einstein e L. Infeld, *A Evolução da Física* (Jorge Zahar Editor, Rio de Janeiro, 2008).
- [15] A. Guerra, J.C. Reis e M. Braga, *Breve História da Ciência Moderna: Das Máquinas do Mundo ao Universo-Máquina* (Jorge Zahar Editor, Rio de Janeiro, 2004).
- [16] J.F.M. Rocha, in: *Origens e Evolução das Ideias da Física*, organizado por J.F.M. Rocha (EDUFBA, Salvador, 2002).

Notas

¹A prática do júri simulado foi adaptada a partir de experiências de outras atividades vivenciadas pelo 1º autor desse trabalho em sua trajetória como estudante.

²Nas próximas oportunidades, serão trabalhados textos produzidos por nós, a partir dessas e de outras leituras no campo da história da óptica.

³Vale salientar que a luz, de acordo com o conhecimento científico atual, apresenta comportamento dual. Não é finalidade dessa prática dar respostas “limpas” e definitivas, mas, sim, desenvolver nos alunos a capacidade de argumentação.

⁴As palavras transmitem idéias. Pensar a luz como partícula (corpúsculo) pode transmitir ao aluno uma ideia de “bolinha muito pequena”, o que difere do modelo aceito. Ou, então, imaginar a luz como onda pode levar o aluno a pensar que as ideias desenvolvidas por Huygens, Hooke e Descartes eram dotadas de características ondulatórias, como período e comprimento de onda, o que não ocorreu. A inserção da HFC pode aproximar o aluno da ideia original e, também, das dificuldades enfrentadas pelos cientistas ao longo da história.



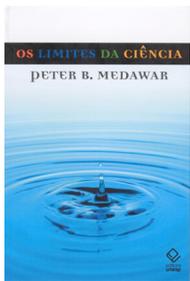
Na Prateleira

Os Limites da Ciência

Peter B. Medawar

Tradução: Antonio Carlos Bandouk

Editora Unesp, São Paulo, 2008, 111 p.



“Este é um livro sério escrito de forma bem concisa. Decidi fazê-lo assim por duas simples razões: em primeiro lugar, sempre fui da opinião de que quase todos os livros, sobretudo os relacionados à filosofia, são demasiadamente extensos [...] Outro incentivo à brevidade foi a descoberta recente de que algumas obras filosóficas mais excitantes e reveladoras eram, por coincidência, as mais breves.”

Peter Medawar, famoso biólogo inglês, nascido em Petrópolis no início do século, laureado com o Prêmio Nobel de Medicina em 1960, debate em três ensaios algumas questões profundas sobre a filosofia da ciência. No primeiro “Um ensaio sobre *sciens*”, Medawar discute, num estilo aforístico, o significado de ciência e sua relação com cultura, política, instituições

e o papel de cientistas e suas relações com a sociedade. No curto “A descoberta científica pode ser premeditada?”, o prolapado “método científico” é impiedosamente execrado. No principal ensaio que dá título ao livro, Medawar discute a incapacidade da ciência de responder a algumas questões essenciais e desafiadoras para a humanidade. Essa autolimitação da ciência não a impede de que seja “o mais bem sucedido [empreendimento] no qual o ser humano já se engajou.”

Pela concisão e estilo do autor, o leitor desfrutará de uma leitura prazerosa, esclarecedora e indispensável sobre questões da natureza da ciência que permeiam a mente de cientistas, professores e interessados.

A Encruzilhada da Nanotecnologia: Inovação, Tecnologia e Riscos

Peter Schulz

Vieira & Lent, Rio de Janeiro, 2009, 125 p.



Em artigo de *A Física na Escola* [v. 6, n. 1, p. 58 (2005)], Peter Schulz, professor de física da Unicamp, ensinou-nos o que são e para que servem a nanociência e a nanotecnologia. Constituem campos de pesquisa na fronteira do conhecimento

humano com marcantes características interdisciplinares e já com profundo impacto na economia dos países desenvolvidos.

Agora, em livro recente, Schulz retoma o tema de forma mais abrangente, discutindo o caráter de inovação em nanociência, seus aspectos éticos e presumíveis riscos ao ser humano e ao meio ambiente, e contribuindo para o engajamento público em ciência e tecnologia. O livro foi escrito para um público não especialista e parte de exemplos próximos ao cotidiano. Para introduzir a discussão sobre inovação, o autor parte da história do telefone. Riscos em avanços tecnológicos? Uma história do século XIX sobre a segurança em viagens em navios a vapor. Após essa introdução à inovação, tecnologia e riscos, o livro parte para a nanotecnologia em si, atividade notadamente multidisciplinar e com várias vertentes. Peter Schulz escolhe a mais antiga e com larga participação no mercado: as nanopartículas. A discussão em torno das nanopartículas tenta mostrar ciência e tecnologia como partes de um âmbito maior: a sociedade.

O livro tenta mostrar como a percepção pública pode inclusive determinar o sucesso ou o fracasso de uma tecnologia e que, portanto, o engajamento público nessa discussão é mais que desejável, é imprescindível.