

Young fez, realmente, o experimento da fenda dupla?



Boniek Venceslau da Cruz Silva

Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Universitário, BR 101, Lagoa Nova, Natal, Brasil.

E-mail: boniekvenc@yahoo.com.br

(Received 17 February 2009, accepted 23 March 2009)

Resumo

É bastante comum encontrarmos, sejam nos livros didáticos ou em sites vinculados a divulgação científica, visões distorcidas ou equivocadas sobre a história da ciência. Em muitos casos, estas possuem, na sua maioria, fins pedagógicos. Alguns retratam Newton com um grande gênio da óptica, relegando a importância dos demais personagens da História da óptica. Em outros casos, Young é posto como descobridor da difração, ou, então, o suposto experimento feito por ele provou a teoria ondulatória de Huygens. Neste trabalho trazemos uma análise e discussão histórica fundamentada, na sua maioria por fontes primária ou secundária. O objetivo principal do artigo é analisar se realmente Young realizou a experiência da fenda dupla e que fatores foram decisivos para a efetivação ou não da famosa experiência. Com este trabalho, pretendemos, ainda, oferecer subsídios aos professores de Física para que possam realizar em sala discussões sobre a natureza do conhecimento científico, pautadas no episódio histórico estudado.

Palavras-chave: História da Óptica, Experiência de Young, natureza da ciência.

Abstract

It is quite common to find in textbooks or on websites linked to scientific information, distorted or mistaken views about the history of science. In many cases, they have the majority of educational purposes. Some portray Newton a great genius of the optics, relegating the importance of the other characters in the history of optics. In other cases, Young is put as the discoverer of diffraction, or the supposed experiment done by him proved the wave theory of Huygens. In this work we bring a reasoned historical analysis and discussion, mostly by primary or secondary sources. The main objective of the article is to examine if Young actually made the experience of the double slit and which factors were decisive for the effectiveness or not of the famous experiment. In this work, we also offer grants to teachers of physics to take place in the classroom discussions on the nature of scientific knowledge, based on historical episode studied.

Keywords: History of optics, The Young's experience, nature of science.

ISSN 1870-9095

I. INTRODUÇÃO

A educação científica tem por um dos objetivos a inserção dos estudantes ao mundo científico, tanto no que diz respeito aos seus conteúdos conceituais (leis e teorias) como os procedimentais (como o conhecimento científico é construído no decorrer da história). Esta linha de raciocínio, em particular, hoje, é mais conhecida por natureza da ciência¹.

Um ensino de ciências com preocupações de inserção de discussões sobre a natureza da ciência, possivelmente,

estará favorecendo a desconstrução de uma visão de ciência distorcida e equivocada, por exemplo [1, 2]:

- a ciência é neutra;
- a ciência é um critério absoluto de verdade;
- a ciência é afastada de sentimentos (amor, paixão, crenças e dúvidas)
- a ciência é estática, o conhecimento científico não evolui.

Dessa forma, buscamos uma educação que vise minimizar a fragmentação intelectual, fato, constantemente, encontrado nas nossas salas de aula, inserindo-a num panorama mais amplo [1, 2, 3].

Portanto, emerge uma necessidade latente de além de apresentar um formalismo matemático atrelado a uma experimentação, também surge à necessidade de desenvolver no aluno um panorama de evolução de teorias

¹ Entende-se por natureza da ciência (NdC), o conjunto de conhecimentos sobre a ciência que trata de seus limites, influências com a sociedade da época, os seus objetivos entre outros.

centrais constituintes da ciência, e da física, em particular [1, 2].

Nesta direção a literatura especializada [1, 3, 4, 5] reconhece a relevância da História e da Filosofia da Ciência (HFC) no ensino de Ciência, pois ela pode oferecer subsídios à aprendizagem de teorias científicas, além de possibilitar discussões relevantes sobre a natureza do conhecimento científico, contribuindo para uma melhor compreensão de diversos aspectos relativos à natureza da ciência, como a relação entre a ciência e a sociedade, a percepção da ciência como atividade humana, a falibilidade dos cientistas, entre outros.

Acreditamos que com a análise de um episódio bem construído, o docente possa fornecer aos alunos elementos mais estruturados, que possibilitem a formação de uma idéia de ciência menos equivocada.

O que observamos, em alguns casos, nas práticas mais tradicionais, que relegam a inserção de discussões dessa natureza, é a formação de uma visão, totalmente, distorcida do que seria ciência. Esta visão é fortemente, ligadas a tradição empírico-indutivista, hoje, superada, tais como [2]:

- o conhecimento científico considerado como acabado;
- o uso de experimento como redescoberta de uma lei ou teoria;
- aplicação rigorosa de um método científico;
- o conhecimento científico como cópia fiel da realidade.

Arelado a este fato, é notório o surgimento de dúvidas relacionadas a fundamentos da Física, ocasionando, quase sempre, em erros conceituais.

Com o intuito de facilitar a assimilação dos conteúdos científicos, geralmente, encontramos materiais sejam eles impressos, ou via internet, que apresentam informações distorcidas ou totalmente equivocados sobre alguns episódios históricos.

Estes materiais, por exemplo, geralmente, apresentam Young como o descobridor do fenômeno da difração, ou, então que seu experimento “o da fenda dupla” provou ou validou a teoria ondulatória de Huygens.

O experimento da fenda dupla, no cenário científico ou no educacional é bem conhecido. Entretanto é bem comum encontrarmos distorções sobre este episódio da história da óptica, como poderemos observar neste trabalho.

Estes comentários, de certa forma, repassam uma idéia distorcida e equivocada do que foi o experimento da dupla fenda, bem como transmite ao aluno uma idéia errada do que é ciência.

Neste trabalho analisaremos se Young, realmente, fez o experimento da dupla fenda, e, que fatores foram determinantes para que ele a fizesse ou não.

Para isso, faremos, inicialmente, uma discussão sobre a natureza da luz, sem retomamos até os gregos, concentrando nossos olhares para o cenário dos séculos XVII e XVIII, que foram determinantes para a evolução da pergunta, que muito intrigou vários filósofos naturais, cientistas e que levou Young a estudá-la.

Por fim, discutiremos a possibilidade de levar algumas discussões sobre a natureza do conhecimento científico, tomando como base o episódio histórico estudado.

II. A NATUREZA DA LUZ: ANTECEDENTES

No decorrer da história da ciência a natureza da luz foi uma questão bastante controversa e debatida, sem retomamos até a antiguidade, onde os gregos já iniciavam estudos sobre a visão e, em segundo plano, demonstravam preocupações em explicar o que era a luz, tomemos como ponto de partida as discussões realizadas por Huygens (1629-1695), Hooke (1635-1703), Newton (1642-1727) e Descartes (1596-1650) sobre a origem de vários fenômenos ópticos, e, em especial, a sua natureza [7].

Sugerindo discussões de bases epistemológicas diferentes, os autores das explicações demonstravam possuir bases conceituais das mais diversas. Para Newton, a luz era composta por partículas luminosas, chamadas de corpúsculos, que se propagavam no espaço. Newton se mostrava um defensor propenso a uma tese de natureza material para a luz. Entretanto, por sua vez, Hooke, Descartes e Huygens se aproximavam de explicações, que consideravam a natureza imaterial da luz.

Durante o século XVII discussões relativas a fenômenos como a reflexão, refração, e sobre as cores agitaram o cenário da óptica daquele tempo. É neste período que Newton publicaria seus primeiros trabalhos sobre óptica, e, em especial no seu trabalho “A hipótese da luz”, remetido por ele ao secretário da Royal Society, em 7 de dezembro de 1675, podemos perceber alguns apontamentos e, principalmente algumas dúvidas suscitadas por Newton em relação a natureza da luz, vejamos:

[...] *A hipótese de a luz ser um corpo, caso eu a houvesse proposto, teria uma afinidade muito maior com a hipótese do próprio autor da objeção do que ele parece perceber.* [8, p. 31].

Neste ponto, Newton refere-se à Hooke, que fez várias críticas aos trabalhos iniciais de Newton sobre a óptica. Notemos que Hooke era, totalmente, avesso a luz composta por corpúsculos. Ele viria a fazer inúmeras críticas à teoria das cores² apresentada por Newton. Para Hooke:

[...] *A luz é produzida por vibrações de um meio sutil e homogêneo e este movimento se propaga por impulso ou ondas simples e de forma perpendicular à linha de propagação* [9, p. 230]

Com o objetivo de tentar mudar o foco, pelo menos neste momento, Newton, ainda, no mesmo trabalho, diz:

Fosse eu presumir uma hipótese, ela seria esta, se proposta em termos mais gerais, de modo a não determinar o que é a luz além de dizer que ela é uma ou outra coisa capaz de provocar vibrações no éter, pois, desse modo, ela se tornará tão geral e abrangente de outras hipóteses, que deixará pouco espaço para que outras sejam inventadas [8, p. 31, grifo nosso].

Parece-nos que a idéia de Newton, neste momento, era de se desvencilhar deste conflito, que, para ele, nesta ocasião, não o era conveniente, pois Newton enfrentaria um forte embate científico com Hooke, possuidor do posto

² Por não ser o foco deste trabalho, para maiores esclarecimentos sobre a controvérsia existente sobre a teoria das cores, veja [10].

de presidente da Royal Society e de um privilégio científico enorme.

Estas críticas fizeram Newton abandonar, momentaneamente, os seus estudos sobre a óptica. Este fato fez que seu livro “Óptica” fosse publicado, somente, em 1704, curiosamente após a morte de Hooke [8].

Aquém de tudo isto, Huygens aperfeiçoava seus estudos sobre a luz, formulando uma hipótese de natureza não material na explicação do que seria a luz, valendo-se de algumas analogias com o som, ele chega a sua hipótese de natureza ondulatória³, na sua obra “Tratado sobre a luz” publicado em 1678, ele diz:

Sabemos que, por meio do ar, que é um corpo invisível e impalpável, o som se propaga em toda a volta do lugar onde foi produzido, por um movimento que passa sucessivamente de uma parte do ar a outra. A propagação desse movimento se faz com igual velocidade para todos os lados e devem se formar como superfícies esféricas que crescem e que chegam a atingir nossas orelhas. Ora, não há dúvida de que a luz também não venha do corpo luminoso até nós por algum movimento impresso à matéria que está entre os dois, pois já vimos que isso não pode ocorrer pelo transporte de um corpo que passe de um até o outro [11, p. 12].

Nesta mesma obra, Huygens tece alguns comentários sobre a explicação de natureza material (explicação corpuscular) para a luz, ele diz:

[...] quando vemos um objeto luminoso, isso não poderia ocorrer pelo transporte de uma matéria que venha do objeto até nós, como uma flecha ou bala que atravessa o ar [11, p. 12].

Com este comentário, vemos que Huygens se posiciona contra Newton e a sua base conceitual de natureza corpuscular para a luz. Entretanto, já no final do século XVII e início do século XVIII, a história começaria a mudar, e, agora a favor de Newton.

Após a morte de Hooke, o lugar de presidente da Royal Society ficaria livre. Newton postulava este local [8]. Neste momento a popularidade de Newton e, principalmente, suas idéias já permeavam no imaginário de muitos cientistas da época.

Este fato se deu, em grande parte, a verdadeira “explosão” de popularidade da sua obra “Principia”, onde Newton tece algumas discussões sobre a óptica.

Já no “Óptica”, nas suas famosas questões, Newton, mesmo que de forma implícita, argumenta a favor de explicações baseadas em idéias de base corpuscular na explicação de fenômenos luminosos, especialmente na questão 28, ele rebate as críticas advindas de Hooke e Huygens:

Se a luz consiste apenas em pressão propagada sem movimento real, ela não seria capaz de agitar e aquecer os corpos que a refratam e refletem [12, p. 265].

Young fez, realmente, o experimento da fenda dupla?

Na questão 29, ele argumenta, mesmo que de forma bastante cuidadosa, haja vista, ele escreve em forma de pergunta ao leitor, ele diz:

Os raios de luz não são corpos minúsculos emitidos pelas substâncias que brilham? [12, p. 271].

Podemos perceber o cuidado dado por Newton, no que diz respeito à natureza da luz. Entretanto tais cuidados serão renegados pelos seus seguidores, como verificamos nas palavras de John Harris (1666-1719):

Portanto, os raios de luz são certamente pequenas partículas, realmente emitidas do corpo luminoso e refratados por alguma atração, pela qual a luz e o corpo sobre o qual ela cai agem mutuamente um no outro, pois tais partículas ou corpúsculos serão transmitidos através de meios uniformes em linha reta, sem qualquer inflexão, como os raios de luz fazem [13].

Os seguidores de Newton acreditavam nos preceitos contidos no Óptica como verdades absolutas e não se preocupavam em desenvolver pontos críticos da sua obra como, por exemplo: massa e volume das partículas, o conceito de força dos corpos para refletir e refratar, o conceito de inflexão, a influência da gravitação, entre outros. Estes pontos críticos serviram de partida para o surgimento da teoria ondulatória na segunda metade do século XVIII [4].

A óptica estudada por muitos do século XVIII foi muito diferente da proposta, inicialmente, por Newton. O ideal dos seguidores de Newton era unificar o “Principia” e o “Óptica”, formando um modelo dinâmico para a luz [4].

Apesar da idealização dos seguidores de Newton em criar um modelo dinâmico para a luz, a maior aceitação das idéias de Newton, deveu-se, em grande parte, a verdadeira “divulgação científica” feita em torno das suas principais idéias.

No século XVIII, principalmente após a revolução científica, surgiu a necessidade de popularizar a ciência, tornando o conhecimento científico mais acessível a toda a população mais leiga. É nesta mesma época que surgem às conferências públicas⁴, abertas à população menos escolarizada, onde eram apresentadas as teorias científicas para a sociedade.

Em muitos casos as teorias eram apresentadas em forma de experiências, onde, quase sempre, os seus apresentadores enalteciam as idéias de cunho corpuscular em detrimento das idéias ondulatórias. Já quando eram comentadas as idéias ondulatórias, estas serviam para mostrar os seus erros e limites [13].

Como relata Moura [14], além dos fatores explicitados até este momento, na Inglaterra do século XVIII, ocorreu o processo de construção de um “herói nacional”, este postulado na imagem de Newton. Naquela época não era incomum encontrarmos pinturas de Newton nas casas e palácios da Inglaterra e a sua imagem moldada em

³ Embora consideremos a hipótese de Huygens como ondulatória, vale salientar, que as explicações dele para fenômenos luminosos como a reflexão e a refração, e, até mesmo sua explicação, para o que seria a luz não se vale de nenhuma característica de onda, como, por exemplo: comprimento de onda, amplitude, frequência, entre outras.

⁴ Destacamos como grande divulgador das idéias de Newton nas conferências o filósofo natural John Teophilous Desaguliers (1683-1744). As suas conferências eram assistidas e disputadas do por toda a população, desde artesões até pessoas da nobreza e clérigos.

moedas, mostrando a supremacia da filosofia natural newtoniana.

Entretanto na segunda metade do século XVIII, muito devido à falta de estudos mais detalhados sobre a óptica newtoniana, no que diz respeito a pontos críticos da sua obra, ressurgem os estudos sobre a óptica ondulatória, restaurando e melhorando algumas idéias bem como formulando novas bases conceituais, que seriam importantes para os defensores de uma visão ondulatória da luz.

Dentre os personagens, que se aventuram nesse embate, destacamos Leonhard Euler (1707-1783), que começa a constatar problemas na concepção corpuscular (por exemplo, na explicação dos “anéis de Newton⁵”). E, é justamente neste ponto que Thomas Young (1773-1829) com a suposta experiência da fenda dupla daria uma contribuição para solucionar a pergunta que permeava o imaginário da comunidade científica da época, que era “A luz é onda ou partícula?”.

III. PORQUE YOUNG TERIA FEITO OU NÃO O EXPERIMENTO DA FENDA DUPLA

A grande aceitação da teoria corpuscular da luz deveu-se, em parte, à forte oposição feita contra sua teoria rival (ondulatória) quanto à medição do comprimento de onda da luz, algo que não conseguia ser determinado experimentalmente e que, também, não possuía uma boa fundamentação teórica.

Com o suposto experimento da fenda dupla Thomas Young (1773-1829) teria conseguido calcular o comprimento de onda da luz. Este fato seria importante para os defensores da concepção ondulatória da luz, causando fortes abalos nos que argumentavam em favor de teorias da luz de cunho corpuscular. Entretanto a primeira dúvida surge quando Young, realmente deve ter realizado tal experimento [4, 15]. Ele o realizou em 1801, 1802, 1803, 1804.

Há algumas fontes que apresentam a autoria do experimento da fenda dupla a Young, relatando, inclusive, a sua data.

Por exemplo, a autora de um artigo publicado em uma revista da área de ensino de Física de circulação no Brasil diz:

Thomas Young (1773-1829), físico, médico e egiptólogo inglês, apresentou para a Royal Society, em 1801, uma experiência que evindecia a natureza ondulatória da luz. [16, p. 14].

Como outro exemplo, o autor de outro artigo de uma revista da área de ensino de Física de ampla circulação, diz:

O físico e médico inglês Thomas Young (1773-1829) estimulado por experiências relacionadas a interferência de ondas de água e pulsos de som, nas quais percebera que havia regiões de destruição dessas ondas, e regiões em que havia reforço das mesmas, suscitou a hipótese de

que o mesmo poderia ocorrer com as ondas luminosas. Assim, em 12 de novembro de 1801, 1 de julho de 1802 e 24 de novembro de 1803, leu alguns trabalhos na Royal Society, trabalhos esses resultantes de suas experiências sobre Óptica, e nos quais exaltava a teoria ondulatória [17, p. 38].

Enfim, ele realmente o realizou? Se sim, onde estariam os relatos de sua experiência da fenda dupla relacionados à interferência luminosa? Neste trabalho faremos uma busca nos escritos de Young de 1802, data que, geralmente, é apontada a realização de tal experimento.

Young na “a syllabus of a course of lectures on natural and experiments philosophy” de 1802, ele aborda, praticamente, todas as discussões que permeavam a comunidade científica da época. Esta obra era dividida em três partes, respectivamente: Mecânica, Hidrodinâmica e Física.

Em especial, na segunda parte “Hidrodinâmica”, Young aborda discussões relativas à óptica, e, especificamente, a natureza da luz, ele diz:

From the time and Aristotle, philosophes have been divided in their sentiments respecting the nature of light. The Aristotelian doctrine, which asserts that light in the transmission of an impulse through successive particles of a continuous medium, was supported with various modifications, by Descartes, by Hooke, and by Huygens. Newton attempted to combine both theories, but, for explaining the more general phenomena, he employed the Empedoclean system of the emanation of separate corpuscles [18, pp. 114-115].

Como percebemos, Young retoma aos gregos para demonstrar as primeiras discussões sobre a temática, com propósito bem claro, mostrando de onde surgiram as primeiras idéias. Na continuação desta seção, Young viria a se posicionar a favor de uma concepção filosófica dentre estas que ele apresenta.

Contudo, naquele período, Newton era dito como um “herói nacional” ou, ainda, como um pai como declara Young:

Light is an influence capable of entering the eye, and of affecting it with a sense of vision. Whether its motions be conceived to belong more immediately to mechanics or to hydrodynamics, it is impossible to form an adequate judgment of the comparative merits of the theories respecting its nature, without being first acquainted with the principal doctrine relative to elastic fluids. Newton, the father of mechanical optics⁶, has declared his system incomplete without an ethereal médium [18, p. 96, grifo nosso].

Observando as palavras de Young, fica claro todo o respeito e admiração que ele depositava em Newton, mesmo sendo contrário a sua concepção corpuscular para a luz. Young sabia que não seria fácil se contrapor as idéias de Newton.

Mesmo depois das críticas a teoria newtoniana, a sua autoridade e suas idéias ainda eram percebidas e utilizadas em países como a Inglaterra e a França. Contudo, Young coloca-se contra Newton, dizendo:

⁵ Hoje, a explicação deste fenômeno é dada pelo conceito de interferência luminosa.

⁶ Existe uma idéia relacionada à natureza do conhecimento científico, que abordaremos na próxima seção.

Light is propagated in right lines, either because all undisturbed motion is rectilinear; or because, in a homogeneous and highly elastic medium, all undulations are transmitted rectilinearly, and this, as far as can be collected from analogy, without any lateral divergence that could be expected to affect our sense [18, p. 116, grifo nosso].

No século XIX, a interferência em ondas de água e som foi completamente aceita. Young pretendia raciocinar por analogia e explicar de forma mais clara o fenômeno dos “anéis de Newton”, fato esquecido pelos seus seguidores.

Young apresentou alguns trabalhos na Royal Society nos anos de 1801, 1802 e 1803, destacando que Newton, também, argumentou sobre a possibilidade da luz possuir algumas características ondulatórias, fato que foi desconsiderado pelos seus defensores [4].

Entretanto, Rothman [15, p. 39] discute se a experiência de Young, realmente, ocorreu neste período, pois com uma boa olhada nos manuscritos feitos por Young, mais especificamente, “Philosophical Transactions” e nas “Bakerian Lectures⁷” não encontramos menções ao experimento.

Young, nas “Bakerian Lectures”, comenta a repetição feita por ele das experiências de Grimaldi e apresenta resultados mais precisos. É possível encontrar a explicação para os “anéis de Newton” e, ainda, os valores precisos obtidos para os comprimentos de onda, calculados com base nos valores do próprio Newton, mas, nada de um experimento sobre interferência luminosa.

Young, no período em que lecionou física na Royal Institution, realizou palestras populares que abrangiam o conhecimento científico da época. Em especial, na palestra XXIII (sobre a teoria da hidráulica), Young teria descrito um aparato experimental que, hoje, conhecemos como “tanque de ondas”, com o propósito de demonstrar o padrão de interferência das ondas de água. Rothman [15] declara que, nas “Bakerian Lectures”, o padrão apresentado é o de interferência de ondas de água, o qual ocorre quando jogamos duplas pedras em um lago. Abaixo, podemos visualizar a figura feita por Young para ilustrar a interferência de ondas de água.

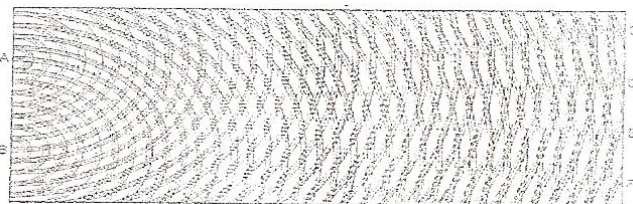


FIGURA 1. Desenho feito por Young para ilustrar a interferência em ondas de água.

Na palestra XXXIX, sobre a natureza da luz e das cores, Young retorna para a interferência das ondas de água e do som, ele afirma:

Já foi demonstrado que duas séries iguais de ondas, avançando a partir de centros próximos um do outro,

Young fez, realmente, o experimento da fenda dupla? podem destruir os efeitos uma da outra em certos pontos, e em outros redobrá-las, e a colisão de dois sons foi explicada a partir de uma interferência similar. Agora, aplicaremos os mesmos princípios à união e a extinção alternada de cores [15, p. 41].

Young, nas suas apresentações na Royal Society, ficou marcado pela suas elaboradas descrições das experiências e, também, por creditar quem definitivamente merecia.

Vejamos uma descrição mais extensa do que poderia ser um relato do experimento feito por ele, na Bakerian Lectures:

Para que os efeitos de duas porções de luz possam ser assim combinados, é preciso que tenham a mesma origem e que cheguem ao mesmo ponto por diferentes trajetórias, em direções que não se desviem muito uma da outra. Este desvio pode ser produzido em uma ou em ambas as porções pela difração, reflexão, refração ou por qualquer desses efeitos combinados; contudo, o caso mais simples parece ser o de um feixe de luz homogêneo, que cai sobre uma tela na qual existem dois orifícios muito pequenos, ou fendas, que podem ser consideradas como centros de divergência, a partir dos quais a luz sofre difração em cada direção. Neste caso, quando dois feixes recém-formados são recebidos em uma superfície posicionada de modo a interceptá-los, sua luz é dividida por faixas escuras, em porções quase iguais, que se tornam mais amplas à medida que a superfície está mais remota das aberturas, de modo a submeter ângulos quase iguais a partir das aberturas em todas as distâncias, e mais amplas também na mesma proporção em que as aberturas estão mais próximas uma da outra. O meio das duas porções é sempre claro, e as faixas claras em cada lado estão em tais distâncias que a luz que chega a elas de uma das aberturas deve ter passado por um espaço maior que aquele que chega da outra, por um intervalo igual à largura de uma das ou mais das supostas ondulações. Os espaços escuros intervenientes, de uma diferença de metade de uma suposta ondulação, de uma e meia, duas ou mais ondulações [15, p. 42].

Enfim, estamos convencidos que Young, realmente, realizou o experimento da dupla fenda, como podemos observar na palestra XXXIX, sobre a natureza da luz e das cores.

Entretanto, paremos para refletir um pouco. Young inicia a sua palestra com uma analogia com a interferência para a água e o som, que eram bem aceitos pela comunidade da época.

Contudo, de repente, ele expõe algo que seria uma experiência realizada com a luz. Indaguemos, onde começa e onde termina a analogia?

Como relata Rothman [15], a descrição da experiência foge completamente das proferidas por Young nas apresentações para a Royal Society. O autor exemplifica na fala do próprio Young de outros trabalhos o modo utilizado por ele nas suas explicações:

[...] Fiz um pequeno orifício em uma veneziana e o cobri com um pedaço de papel grosso, que perfurei com uma agulha. [...] Comparei as medidas deduzidas a partir de várias experiências de Newton e de algumas realizadas por mim. [15, p. 43].

⁷ As Bakerian Lectures eram apresentações orais lidas ou feitas de improviso em um encontro anual da Royal Society.

A argumentação utilizada por Young difere muito da utilizada nas palestras populares e em outros momentos. No relato da palestra XXXIX, ele não admite, abertamente, ter feito tal experimento, o que, de certa forma, afasta-se do seu estilo de descrever as suas experiências.

Então, o que poderíamos concluir com a citação do Young?

O experimento da fenda dupla poderia ter sido apenas um exercício mental? Ou, ainda, diante dos dados de Newton, Young poderia ter visto algo que muitos não viram diante da complexidade do problema?

De qualquer forma, o importante para esse belo capítulo da história da óptica é: os resultados de Young foram de suma importância para o ressurgimento da teoria ondulatória, e que esses dados, ainda, dariam base para Augustin Fresnel (1788-1827) formular um modelo matemático para a luz, corroborando com os trabalhos de Young e fazendo avançar a teoria ondulatória.

IV. A EXPERIÊNCIA DA FENDA DUPLA E O CONTEXTO ESCOLAR

O estudo da óptica, geralmente, para muito, apresenta-se de forma atrativa, pois os fenômenos ligados à luz estão presentes no nosso cotidiano. A oportunidade, dada pelo assunto, de realizar experimentos ópticos é um fator atrativo⁸ para os discentes.

Desta forma, o experimento da fenda dupla, nos dias atuais, com toda a tecnologia, que, hoje, possuímos pode favorecer a um melhor aprendizado do conteúdo. Entretanto, devemos manter a vigilância, no que diz respeito à aprendizagem dos nossos alunos, principalmente, no que tange a sua aprendizagem sobre a ciência.

Especificamente, em relação, a experiência da fenda dupla é apresentada a figura, que segue abaixo:

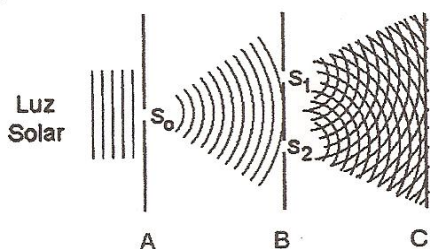


FIGURA 2. Esquema da experiência de Young. Os pontos S₀, S₁ e S₂ são orifícios.

A figura representa a experiência da fenda dupla. A luz solar passa pela primeira tela, difratando e obtendo um

⁸ Em uma linguagem bachelardiana [20], o uso mal estruturado de um experimento, principalmente, com fins educativos, pode ocasionar em um obstáculo epistemológico, chamado por ele de “experiência primeira”, onde é, geralmente, enfocada a beleza do experimento, causando entretenimento e deslumbre nos alunos. Em alguns casos, estes experimentos desviam a atenção dos alunos do assunto que é abordado naquele experimento.

feixe de luz mais coerente, conseqüentemente, o feixe luminoso oriundo do orifício S₀ encontra-se com os demais orifícios S₁ e S₂ da segunda tela.

Por fim, posicionamos uma tela C (anteparo) para que possamos observar uma figura de interferência luminosa, composta de faixas escuras e claras, alternadamente. Nos dias atuais, devido a tecnologia, a experiência é realizada, somente, com uma tela, haja vista, usualmente, é utilizado um feixe luminoso, que emite um feixe de luz coerente, excluindo o uso da tela A.

Entretanto, podemos verificar nos livros didáticos de Física que a Figura 2 é indicada como a utilizada por Young. Como apontamos no nosso estudo histórico, Young não deixa claro que realizou ou não tal experimento e muito menos utilizou a figura que apresentamos como sendo representativa da interferência luminosa.

Portanto, devemos manter a vigilância ao ilustrarmos nossas aulas com fatos históricos, pois poderemos está distorcendo, totalmente, os fatos, repassando para os alunos uma história de má qualidade. Vejamos, por fim, este exemplo, retirado, da internet, direto da página de professor de uma universidade brasileira, o autor diz:

Por volta de 1801, uma bela experiência realizada por Thomas Young (1773-1829) resolveu a questão favoravelmente a Huygens. A experiência de Young provou que a luz era uma onda, porque os fenômenos da difração e da interferência, por ele descobertos, eram de características exclusivamente ondulatórias [19, grifo nosso].

Neste exemplo, notemos alguns equívocos: primeiro, o autor retira todos os outros personagens, que foram importantes para o desenvolvimento da teoria ondulatória, citemos, por exemplo: Hooke, Descartes e Euler. O autor do site dá todo o crédito a Young.

Segundo, o autor dá a autoria do fenômeno da difração⁹, erroneamente, a Young. Este fenômeno foi descoberto pelo físico jesuíta italiano Francesco Maria Grimaldi (1618-1663), que na sua obra *Physico-Mathesis de Lumine, Coloribus et Iríde*, publicado em 1665, ele descreve que a luz poderia possuir um fenômeno além dos conhecidos (reflexão, refração e difusão). Grimaldi chamou este fenômeno de difração.

Terceiro, a experiência de Young não deve ser encarada como um “experimento crucial”, mesmo porque ela, por si só, não validou a supremacia da teoria ondulatória frente à corpuscular.

No que diz respeito à aprendizagem sobre a natureza do conhecimento científico, este exemplo pode induzir ao aluno que para validarmos uma teoria é necessário, exclusivamente, finalizarmos por uma experiência, dando-lhe uma visão empirista ao extremo da ciência.

Portanto, os usos de exemplos históricos mal estruturados apontam erros absurdos presentes nessas fontes [21]. Tais ilustrações podem formar nos estudantes visões distorcidas e anacrônicas da história da ciência, levando a uma idéia, totalmente, equivocada sobre o que é ciência [2, 3].

⁹ Nos dias de hoje, ela é entendida pelo desvio dado pela luz em relação a um obstáculo.

Mas, o que podemos aprender no que diz respeito à natureza do conhecimento científico, especificamente, com este episódio?

Primeiro como observarmos o conhecimento científico apresenta, na sua essência, uma característica dinâmica e revolucionária, diferente da herança indutivista, de natureza linear e estática, que, geralmente, é apresentada nas nossas salas de aulas. Para exemplificar este fato, podemos recorrer ao nosso estudo histórico, principalmente, as recorrentes idas e vindas das idéias de natureza material ou não na explicação de fenômenos ópticos.

Segundo, as teorias são influenciadas por aspectos políticos, sociais e religiosos. Portanto na sua construção fatores não estritamente racionais influenciam não só na construção das teorias, mas também, no seu desmoronamento. Na história da óptica, evidenciamos a construção de um herói nacional, posto ocupado por Newton. Este fato atrelado a divulgação científica, que permeava as idéias newtonianas, blindavam as suas teorias de críticas.

Terceiro, a ciência não é feita de forma isolada. Idéias, as mais diversas, coexistem entre si. Na aceitação da teoria corpuscular, durante o século XVIII, observamos que mesmo diante da maior aceitação da teoria newtoniana, idéias contrárias a dele existiram. É importante salientar que a ciência evolui quando novas idéias surgem, causando uma crise no paradigma vigente. Este fato é responsável pelo desenvolvimento de novos conceitos, abrindo novos problemas e novas linhas de pesquisas [22].

No caso da óptica, o problema na explicação dos anéis de Newton, favoreceu o desenvolvimento da óptica ondulatória, ocasionando a descoberta da interferência luminosa.

Por fim, a ciência não é feita por super-heróis. Os cientistas são seres humanos normais, eles podem cometer equívocos e erros.

Neste episódio, percebemos que a teoria newtoniana não se mostrou, totalmente, capaz de explicar alguns fenômenos de forma satisfatória (os anéis de Newton), outros eram mais bem explicados pela teoria ondulatória.

O erro é inevitável, ele é parte integrante das etapas a ser superada no desenvolvimento de um conceito, teoria ou lei científica. Já o afastamento gradativo dos erros que permite o avanço do conhecimento [20].

Além do mais, é preciso combater o mito do “gênio” nas salas de aula. Com uma breve análise desse capítulo da História da Ciência verificamos que ele não tem sustentabilidade.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Hoje, principalmente com o advento da informática, os acessos a informações relativas à ciência ficaram de fácil obtenção. Entretanto, no que diz respeito à história da ciência, muita destas informações resumem a anedotas, relatos superficiais e exemplos absurdos, que distorcem, por completo, os fatos históricos.

Young não descobriu a difração, ele não deixa claro nos seus escritos se realmente realizou o experimento da fenda dupla. A experiência da fenda dupla não seria o fator decisivo para a queda da teoria corpuscular, e, por consequência a aceitação da teoria ondulatória.

Ainda, o experimento de Young, também, não seria a experiência crucial, que validaria a teoria corpuscular. Entretanto não retiramos aqui a importância dos dados da suposta experiência de Young.

Mas, ela, por si só, não seria suficiente para “provar” a validade da teoria ondulatória, pois para a sua maior aceitação, a teoria ondulatória necessitava de uma melhor fundamentação matemática, algo que ela não possuía no momento.

Então, só nos resta concluir que a experiência de Young foi importante, sim, mas diferente do que é visto nos livros textos e sites da internet, ela não validou a teoria ondulatória sozinha.

Portanto ao selecionar episódios históricos com fins educativos, devemos manter uma vigilância e termos bastante cuidado de onde retiramos tais idéias, pois podemos está distorcendo, ou então, repassando uma visão de ciência, totalmente, equivocada em sala de aula.

Conseqüentemente, este episódio apresentado pode ser levado ao ensino médio, inicialmente, e, também, não descartamos o seu uso em cursos de formação de professores de Física.

Este episódio pode favorecer a discussão de como uma teoria é formulada e quais aspectos influenciam na sua elaboração. Estas idéias deveriam permear as discussões com os alunos, como relatam Silva e Martins [4]:

Pretendemos que os alunos aprendam uma ciência na qual existe uma luta constante e árdua pela busca de mais “verdades” científicas, e que estas não se confundem com certezas definitivas. A HFC seria um mecanismo para que nossos alunos superem idéias equivocadas do fazer ciência, e aprendam conceitos, leis e teorias. Nessa direção, algumas dessas discussões podem ser incorporadas ao ensino de ciências [4, p. 11].

Por fim, acreditamos que este trabalho possa subsidiar a construção de materiais didáticos, que visem expor aos alunos um melhor entendimento da experiência da fenda dupla, bem como possa favorecer um melhor entendimento, também, da evolução do conhecimento científico.

REFERÊNCIAS

- [1] Vannucchi, A. I., *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.
- [2] Matthews, M. R., *História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação*, Caderno Catarinense de Ensino de Física **12**, 164-214 (1995).
- [3] Martins, R. A., Introdução: A história das ciências e seus usos na educação. In: Silva, C. C., *Estudos de História e Filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino* (Livraria da Física, Brasil, 2006).

- [4] Silva, B. V. C.; Martins, A. F. P., *A experiência de Young: a pedra da roseta da natureza da luz?*, Anais do XI EPEF, 1-11 (2008).
- [5] Campanario, J. M., *Investigacion y desarrollo: Ventajas e Incoventes de la historia de la ciencia como recurso en la ensañanza de las ciencias*, Revista de Enseñanza de La Física **11**, 5-14 (1998).
- [6] Martins, A. F. P., *História e Filosofia da Ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho...*, Caderno Brasileiro de Ensino de Física **24**, 112-131 (2007).
- [7] Pietrocola, M. O., *Fresnel e o Arrastamento Parcial do Éter: a influência do movimento da Terra sobre a propagação da luz*, Caderno Catarinense de Ensino de Física **10**, 157-172 (1993).
- [8] Cohen, I. B.; Westfall, R. S., *Newton: Textos-Antecedentes-Comentários* (EdUerf / Contraponto, Rio de Janeiro, 2002).
- [9] Rocha, J. F. M., *Origem e Evolução do Eletromagnetismo*. In: Rocha, J. F. M (org), *Origens e Evolução das Idéias da Física* (EDUFBA, Salvador, 2002).
- [10] Silva, C. C; Martins, R. A., *A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula*, Ciência e Educação **9**, 53-65 (2003).
- [11] Huygens, C., *Tratado sobre a Luz*. Tradução: Martins, R. A, Cadernos de História e Filosofia da Ciência **4**, 1- 99 (1986).
- [12] Newton, I., *Óptica*. Tradução: Assis, A.K.T (EDUSP, São Paulo, 2002).
- [13] Silva, C. C; Moura, B. A., *A Natureza da Ciência por meio do estudo de episódios históricos: o caso da popularização da óptica newtoniana*, Revista Brasileira de Ensino de Física **30**, 1-10 (2008).
- [14] Moura, B. A., "A aceitação da óptica newtoniana no século XVIII: subsídios para discutir a natureza da ciência no ensino". Dissertação de mestrado, Instituto de Física, Universidade de São Paulo, 2008.
- [15] Rothman, T., *Tudo é relativo: e outras fábulas da ciência e tecnologia*. (Editora Difel, Rio de Janeiro, 2005).
- [16] Mozena, E. R., *O Fenômeno da Interferência Luminosa no experimento de duas fendas de Young: recurso didático para o ensino médio e fundamental*, Ciência & Ensino **7**, 14-16 (1999).
- [17] Bassalo, J. M. F., *A crônica da óptica clássica (PARTE III: 1801-1905)*, Caderno Catarinense de Ensino de Física **6**, 37-58 (1989).
- [18] Young, T., *A syllabus of a course of lectures on natural and experiments philosophy* (Press of the Royal Institution, London, 1802).
- [19] <http://www.if.ufrgs.br/historia/young.html>, acessado em 26 de Janeiro, 2009.
- [20] Bachelard, G., *A formação do espírito científico*, (Editora Contraponto, Rio de Janeiro, 1996).
- [21] Martins, R. A., *Como não escrever sobre História da Ciência*, Revista Brasileira de Ensino de Física **23**, 113-129 (2001).
- [22] Kuhn, T. S., *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Tradução: Boeira, B. V; Boeira, N (Editora Perspectiva, São Paulo, 1987).