

A LUZ: ENFOQUE NO ENSINO MÉDIO E REPRESENTAÇÕES DE ESTUDANTES

*Maria José P. M. de Almeida**

Resumo Neste artigo, focalizamos a luz. Apontamos como as pesquisas em ensino de física têm estudado o tema e descrevemos representações de estudantes sobre a questão: o que é a luz? Damos ênfase especial aos instrumentos de coleta de informação. Algumas representações encontradas são de natureza mítica e mística. A discussão aborda a necessidade de no ensino médio, iniciar-se o estudo por abordagens qualitativas e abrangentes, para, gradativamente, chegar-se à racionalidade científica.

Palavras-chaves: Luz; Ensino Médio; Representações; Racionalidade Científica; Instrumento de Pesquisa.

Abstract This article is about light. It shows how the subject has been studied by the physics teaching research studies and it describes the student's representations about the question: what is light? Emphasis is given to the methods of collecting information. Some representations are myths and mystics. The need for qualitative and comprehensive approaches in high school are discussed.

Descriptors: Light; High School; Representations; Scientific rationality; Research tools.

Introdução

A educação em física tem convivido com uma contradição básica - a oposição entre o que efetivamente ocorre e o que deveria ocorrer no ensino da disciplina, se fossem levados em conta os resultados das investigações já realizadas por pesquisadores da área de ensino.

O recurso que quase sempre determina a seleção dos conteúdos e a orientação metodológica na escola média é o manual didático; amplamente distribuído no mercado livreiro, mesmo quando não é utilizado diretamente em classe, exerce grande influência sobre as opções curriculares do professor, notadamente fornecendo os exercícios que preenchem quase todo o tempo das aulas. As explicações conceituais e as condições de validade das leis nele contidas, quando fazem parte do texto, são, quase sempre, pouco enfatizadas. Em decorrência, com o seu domínio sobre a interação escolar, a

teoria física comumente não chega a ser compreendida pelo aluno.

Os estudantes quase sempre só abrem o livro para resolverem exercícios, atividade que consideram um treino para as provas, nas quais freqüentemente apenas reproduzem algoritmos e mecanismos de solução; dessa forma, suas ações são pouco significativas para a apropriação efetiva do conhecimento físico; de modo que, ficam prejudicadas as contribuições do trabalho escolar, tanto no que diz respeito ao desenvolvimento de estruturas de pensamento, quanto à ampliação do universo cultural do aluno.

Esses fatos, já bastante conhecidos pelos profissionais da área, ocorrem apesar de já terem sido adaptadas e produzidas no Brasil várias propostas de inovação, e de terem sido realizadas inúmeras investigações voltadas para o ensino da física. Já é

* Professora da Faculdade de Educação da UNICAMP e Pesquisadora CNPq

bastante grande o número de pesquisas sobre modos como os estudantes pensam, sobre como pensam determinados conceitos, e sobre o que fazer para provocar a mudança conceitual, para citarmos apenas alguns temas mais estudados.

Neste artigo, vamos focalizar representações de estudantes do ensino médio relativas ao que pensam sobre uma entidade amplamente estudada pela ciência física - a *luz*, que algumas vezes nem chega a ser trabalhada nesse grau de ensino; e, quando é, recebe o tratamento, que comentamos anteriormente, dado aos diferentes conteúdos abordados na física escolar. Descreveremos as representações, reportando-nos aos instrumentos que nos permitiram inferi-las, sem excluirmos aquelas que não dizem respeito ao conhecimento científico.

Com essa abordagem, acreditamos estar fornecendo elementos para a discussão de aspectos que devem ser levados em conta quando a *luz* for trabalhada no ensino médio.

A Luz

Julgamos que a óptica, incluindo a *luz* e outras formas de radiação eletromagnética, deve ser trabalhada no ensino médio, pois grande parte dos alunos não terão outra oportunidade para estudo sistemático desse conteúdo, tão representativo da evolução do conhecimento físico.

A importância cultural do assunto pode ser avaliada se notarmos que ao longo da história, explicações e controvérsias sobre a luz envolveram estudiosos como Euclides (sec. III A. C.), Demócrito (470? - 360? A. C.), Platão (428/427 - 348/347 A. C.), Aristóteles (384 - 322 A.C.), Huygens (1629 - 1695), Newton (1642 - 1727),

Maxwell (1831 - 1879), Einstein (1879 - 1955), entre muitos outros.

Um dos autores preocupados com as origens históricas da física moderna, Gilbert (1982) dedicou um capítulo à descrição do estudo da *luz*, no qual nos remete para a frase bíblica "Fiat lux; et lux facta est", ou seja, "faça-se a luz; e foi feita a luz", que evidencia a atenção dada ao tema desde a antiguidade. Seguindo a apresentação do autor, encontramos algumas teorias já abandonadas, outras que fazem parte da física atual, nas quais a *luz* ocupa espaço privilegiado, seja por que motiva questões sobre a sua própria natureza (onda ou partícula), ou por que seu estudo está associado ao desenvolvimento de teorias do nosso século, como a Relatividade de Einstein, ou ainda devido ao desenvolvimento tecnológico a ela associado. Por trás de aparelhos tão distintos como um óculos e um microondas e de dispositivos utilizados com finalidades tão diversas quanto artefatos nucleares ou instrumentos de sistemas de comunicação e saúde, está o estudo das radiações eletromagnéticas.

Esses assuntos certamente devem merecer atenção no ensino médio. Ainda que as teorias sobre a *luz* tenham se tornado cada vez mais complexas, não nos parece justificável que a física escolar continue apenas a exercitar os estudantes na obtenção de valores numéricos, sem se preocupar em incluir na programação assuntos de natureza cultural mais ampla, como os que o estudo da *luz* permite, mesmo que alguns itens só possam ser abordados de forma qualitativa nesse grau de ensino. Estamos nos referindo ao estudo da *luz* que não se restringe ao esquema conceitual da óptica geométrica.

A abordagem qualitativa, no trabalho escolar com conteúdos que vão além da física clássica, acarreta interesse dos alunos

e facilita uma interação mais dialógica na relação professor-aluno, como pudemos verificar num estudo em que procuramos envolver professores de grau médio na análise do próprio ensino e buscamos estabelecer estratégias de trabalho alternativo ao uso do livro didático - Almeida (1994). Com a abordagem qualitativa, torna-se também mais difícil estabelecer os limites do que é efetivamente o "conteúdo" da aula, pois, freqüentemente os alunos provocam discussões, cujo teor foge do que é considerado "a física"; o que não nos parece ruim, pois, se conhecermos melhor o universo cultural do aluno, torna-se mais fácil a organização do trabalho pedagógico numa perspectiva sócio-interacionista, com o professor exercendo o importante papel de mediador nas relações do estudante com o mundo físico e com os símbolos que dão acesso ao saber elaborado.

Foi em decorrência dessa visão que nos propusemos a analisar as representações de estudantes sobre a *luz*, procurando não nos restringirmos àquelas relativas ao conteúdo de física.

A Luz na Pesquisa em Ensino de Física

No estudo da *luz*, com enfoques de interesse para a física, encontramos diferentes motivações associadas a perguntas e esquemas conceituais diferenciados. Questões como "o que é", "qual é a sua origem", ou outras, relacionadas ao comportamento da *luz*, precederam a construção de teorias hoje constituintes da área.

Questões como as citadas, no entanto, não ocupam espaço privilegiado no ensino, que descrevemos anteriormente. Para esclarecer esta afirmação, contamos o seguinte episódio ocorrido numa escola

oficial de Campinas-SP, no período noturno: enquanto um estagiário, para ilustrar a reflexão da *luz*, orientava um pincel luminoso para que batesse num anteparo, pudemos observar o espanto de um grupo de alunos ao descobrirem que a *luz* ali presente era a mesma que havia sido tema do curso de física, no qual os estudantes haviam estado presentes nos últimos três meses, e no qual raios luminosos haviam sido traçados com giz no quadro negro. Embora o curso fosse de óptica, aparentemente, esses estudantes não haviam associado a *luz*, emitida por uma lâmpada, ou a *luz* do sol, com o tema estudado. Fica evidente a pouca significação que o assunto, estudado nessas condições, havia tido para esses alunos.

Para sua intervenção nesse contexto, o estagiário planejou uma atividade, na qual o raio luminoso foi trabalhado como a entidade abstrata que é, depois do "contato" dos alunos com pincéis e feixes de *luz*. Com ações bastante simples - apenas um equipamento para demonstração -, problematização e diálogo, ele pode obter indicações da disposição dos alunos para repensarem elementos "vistos", mas ainda não apreendidos sobre a *luz*.

Tentativas de reformulação do ensino escolar da física, ou mesmo pequenas intervenções, supõem a reflexão prévia sobre problemas e objetivos do ensino, além de exigirem que concepções e representações dos envolvidos na mudança sejam levadas em conta.

No que se refere à *luz*, o tema tem sido consideravelmente explorado por pesquisadores, principalmente em estudos ligados aos chamados movimentos das concepções alternativas e da mudança conceitual.

Desde a década de 70, e de forma crescente a partir dos anos 80, pesquisadores procuraram desvelar o pensamento de estudantes sobre conceitos científicos e sua articulação. Passaram para tentativas de provocar a mudança conceitual como consequência dessas primeiras pesquisas, e propuseram, inclusive, modelos de como conseguir esse intento. No entanto, as concepções alternativas são bastante resistentes à mudança. Sabe-se hoje o quanto é difícil modificar o pensamento do estudante, e já se pensa na possibilidade de coexistência de mais de um esquema conceitual. Em Mortimer (1994) encontramos a proposta de se buscar um modelo teórico que:

... deverá admitir a possibilidade de se usar diferentes formas de pensar em diferentes domínios e, ainda, permitir que a construção de uma nova idéia possa, em algumas situações, ocorrer independentemente das idéias prévias e não necessariamente como uma acomodação de estruturas conceituais já existentes (p. 64).

Recuperando as investigações em concepções alternativas sobre a *luz*, notamos que elas datam do final dos anos 70. Um trabalho freqüentemente citado é o de Guesne *et al.* (1978). No Brasil, já foram produzidas pelo menos duas dissertações de mestrado sobre o assunto: Teixeira (1982) e Andrade (1995). Esses pesquisadores analisaram concepções alternativas de jovens sobre o comportamento da *luz* ao atingir dispositivos tais como uma lente ou um espelho plano. Para tal, utilizaram entrevistas e questionários. O protocolo de entrevistas usado por Andrade evidencia a preocupação do autor em verificar o pensamento dos estudantes a respeito do significado do termo *luz*, do movimento da *luz*, de propriedades, tais como, propagação retilínea e reflexão, e da formação de

sombras. Entre outras colocações, ele afirma que:

por fazer parte do cotidiano dos estudantes, a *luz* não consegue chamar a atenção por si própria, exceto em casos de extremos, de falta de *luz* ou de excesso de claridade (p. VI).

A autora portuguesa, Santos (1991), também se refere à percepção da *luz* pelos estudantes de forma semelhante. Nesse trabalho, em que sintetiza o desenvolvimento das investigações em concepções alternativas e mudança conceitual, ela aponta como um dos traços salientes de algumas concepções alternativas o fato de que os alunos "só considerem a existência da *luz* quando é suficientemente intensa para produzir efeitos perceptivos consistentes" (p. 103). E ainda relaciona esse traço ao domínio no estudante do pensamento relativo a situações materiais, aspectos limitados e características particulares de uma situação. Afirma, inclusive, que os estudantes "... tendem a admitir, por exemplo, que o não observável não existe" (p. 103).

Santos refere-se a concepções de sujeitos numa faixa etária menor que a dos estudantes brasileiros de ensino médio; contudo, mesmo assim, sua suposição nos chamou a atenção. Pensamos em situações e domínios nos quais adolescentes parecem utilizar a imaginação para além das situações concretas, servindo-se de representações nas quais o observável afigura-se praticamente inexistente, e admitimos que, possivelmente, a validade da afirmação de Santos esteja associada ao domínio de conhecimento analisado. Essa suposição contribuiu para a decisão de buscarmos representações de estudantes sem nos determos naquelas pertencentes ao domínio científico.

Representações de Estudantes sobre o que é a Luz

Buscamos representações de estudantes sobre o que é a *luz*, sem nos restringirmos ao conceito como é entendido na física. Procuramos, desse modo, evidenciar que o pensamento do aluno é ocupado frequentemente por elementos de domínios divergentes do científico; pensamentos que ele manifesta quando tem oportunidade e condições propícias para tal. Consideramos que essas manifestações podem facilitar um bom início para um curso de óptica, com a delimitação do domínio de abordagem que se pretende em aula. Concretizar o objeto de estudo para o estudante torna-se uma necessidade se o objetivo for obtermos a sua participação ativa nas atividades escolares e o seu envolvimento nos caminhos da racionalidade científica.

O conceito de representação, como é pensado em Lefèvre (1983), foi básico para elaborarmos os instrumentos, com os quais procuramos captar o pensamento dos estudantes. Esse conceito é sintetizado por Penin (1994), texto no qual a autora enfatiza que as representações são contemporâneas da constituição do sujeito, relacionadas tanto à sua história individual quanto ao seu local social, estando associadas com as concepções, de que o sujeito vai se apropriando ao longo de sua história, e com suas vivências. Além disso, manifestam-se nos discursos e nas práticas cotidianas de cada indivíduo.

Com os instrumentos utilizados neste estudo, procuramos identificar representações contidas em discursos escritos por estudantes. Entrevistas individuais e observações de atividades dos sujeitos são técnicas mais adequadas para a inferência de representações do que apenas material escrito, mas sua aplicação não seria

possível a um grande número de estudantes em condições escolares comuns.

Num dos estudos obtivemos respostas de 56 estudantes de um supletivo individualizado para a questão - o que é para você a luz? A pergunta fez parte de uma atividade¹ que supunha a leitura do início e do final do livro de Einstein e Infeld "*A Evolução da Física*". Partindo dessa leitura se supunha que, ao responderem a questão, os alunos já tivessem lido duas páginas não sequenciais do livro, a primeira e a última. Na primeira, os autores comparam os cientistas a leitores de uma história de mistério; no resumo final, referem-se a: quanta, carga elétrica, energia, fons, física quântica, probabilidade, entre outros conceitos, provavelmente desconhecidos para principiantes de um curso de física. No resumo desse último capítulo, intitulado "Quanta", os autores explicitam asserções como "os fons são os quanta de energia de que a luz é composta" (p. 237), e formulam questões como "será a luz uma onda ou uma chuva de fons? Um feixe de elétrons, uma chuva de partículas elementares ou uma onda?" (p. 237).

Na aplicação dessa atividade, evidentemente, não esperávamos a apropriação pelos estudantes dos saberes contidos nos trechos lidos. Queríamos motivá-los a manifestarem suas representações sobre a natureza da *luz*, sem nos preocuparmos com seus conhecimentos escolarizados. Admitimos que o contato com o saber de cientistas famosos, associado à questão que os envolvia diretamente - o que é para você a *luz* - contribuiria para obtermos a opinião livre dos estudantes, o que a diversidade de respostas recebidas confirmou.

Encontramos nessas respostas representações da *luz* como: fonte de "algo" (de calor, de energia...); "algo" (calor,

energia, claridade, vida, paz, boas idéias, onda, descarga elétrica, feixe de elétrons, carga elétrica,...). Esse "algo" inclui conceitos da física (energia, calor...), entre os quais alguns advindos talvez da leitura do texto. Outras representações remetem para conceitos não relacionados à disciplina, incluindo alguns que revelam uma visão mítica da *luz*, e mesmo a *luz* como parte de uma representação mística (*luz* é tudo; *luz* é vida, paz). Alguns estudantes caracterizaram a *luz* a partir de sua procedência (vem do sol, vem de outras energias); a idéia de movimento foi manifestada no uso de vocábulos como "propagação", nem sempre, no entanto, foi possível identificar se o estudante pensou a *luz* como meio ou como aquilo que estava se propagando (... é o ponto mais alto da propagação da energia). A conotação de valor positivo associado à *luz* foi bastante evidente em algumas respostas (fundamental, boas idéias). A preocupação em classificar também foi manifestada (...artificial como as lâmpadas e natural - o sol). E muitos associaram a *luz* ao processo de visão.

Um outro procedimento, com o qual procuramos verificar a significação que estudantes de ensino médio atribuem à *luz*, foi a solicitação para que respondessem a questão:

- Você já leu alguma coisa sobre o tema luz
 () não () sim

Mesmo que não tenha lido, tente descrever para alguém que vive "num mundo sem luz" o que é a luz.

A pergunta foi parte de um questionário de cinco questões respondido por 213 alunos, do 1º e do 3º ano colegial de uma escola oficial de Campinas, incluindo os períodos diurno e noturno. Os estudantes

responderam o questionário em aulas de física.

Finalmente, lemos redações sobre o tema *luz* feitas no primeiro dia de aula de física por alunos do 1º colegial, também de uma escola oficial.

Uma análise detalhada e quantitativa das respostas indicaria variações de grupo para grupo de alunos, e também diferenças nas respostas obtidas com cada um dos três instrumentos citados. Contudo, não entraremos nessa análise. Interessa-nos registrar e discutir aqui o fato de termos encontrado respostas semelhantes em todos os grupos; respostas que subentendem representações, que podemos associar a diferentes modos de agir e de pensar, a diferentes *mentalidades*, no dizer de Granger (1985, p. 28).

Discussão

Guesne (1989) descreve estudos nos quais considera o que é a *luz* para o físico e verifica o que ela é para sujeitos de 10 a 15 anos. Em sua síntese, bastante completa, remete-nos para concepções obtidas sob o olhar da óptica geométrica, incluindo respostas à questão: "o que é a luz para você?" (p. 49). Nessa abordagem, a autora aponta duas idéias dominantes entre os sujeitos estudados: a *luz* ilumina as coisas e a *luz* nos permite ver.

Nos estudos a que nos referimos aqui não especificamos nenhum esquema conceitual. Em consequência, algumas representações apontadas podem parecer sem interesse para o ensino da física. No entanto, parece-nos que a atenção, voltada para todo o conjunto de respostas, evidenciou que o universo desses estudantes estava povoado por "entidades" muito pouco concretas e pertencentes a domínios

nos quais não predomina a racionalidade científica. Nestas circunstâncias, não nos parece razoável admitirmos que, por "estarem" numa determinada aula, o seu interesse se volte de imediato para os conceitos abordados, com as visões que a maneira de tratá-los implica. No entanto, o simples fato de poderem se manifestar e ser ouvidos, pode contribuir para que, até mesmo uma manifestação mística, sirva de trampolim para que gradativamente vão construindo a sua racionalidade científica. Ao interlocutor caberia delimitar o domínio desejado (que aspectos a física aborda...) e, se possível, concretizá-lo (mostrando um pincel luminoso...).

As representações do estudante se diferenciam das suas percepções e não são o conhecimento que se espera ver construído, mas é no espaço dessas representações, a partir de concepções - algumas ensinadas - e de suas vivências que irá se construir o saber desejado.

Remetendo-nos para a obra de Bachelard, Granger (1985) aponta que:

O que caracteriza a razão é tender, pelos meios mais sutis e poderosos, a "complicar a experiência" e o mundo aparece não já como uma "representação", mas como uma "verificação" (p. 69).

Nota

1. Agradecemos à Profa. Elizabeth C. L. Queiroz pela realização da atividade na qual foram obtidas as respostas dos estudantes.

Referências Bibliográficas

- Almeida, M. J. M. (1994). Mediação do conteúdo físico - Relações entre o funcionamento de textos e representações de professores. Relatório de pesquisa apresentado ao CNPq.
- Andrade, J. M. (1995). Concepções alternativas em óptica. Apresentada à Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas. Dissertação de mestrado
- Einstein, A.; Infeld, L. (1980). *A Evolução da física*. Rio de Janeiro: Zahar Editores.
- Gilbert, A. (1982). *Origens históricas da física moderna*. Lisboa: Fundação Colónie Gulbenkian.
- Granger, G. - G. (1985). *A Razão*. Porto: Edições 70.
- Guesne, E.; Tiberghien, A.; Delacote, G. (1978). Méthodes et résultats concernant l'analyse des conceptions des élèves dans différents domaines de la physique, *Revue Française de Pédagogie* nº 45, 25-32.
- Guesne, E. (1989). La Luz, In R. Driver; E. Guesne; A. Tiberghien, *Idéias científicas en la infancia y la adolescencia*. Madrid: Ediciones Morata As. A.
- Lefèbvre, H. (1983). *La presencia y la ausencia - Contribución a la teoría de las representaciones*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Mortimer, E. F. (1994). Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: Para onde vamos. In: *Caderno de Textos*, 3ª escola de verão, FE-USP.
- Penin, S., T. A. (1994). *A aula: Espaço de conhecimento, lugar de cultura*. Campinas: Editora Papirus.
- Santos, M. E. V. M. (1991). *Mudança conceitual na sala de aula*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Teixeira, S. K. (1982). Estudo das noções espontâneas acerca de fenômenos relativos à luz em alunos de 11-18 anos. Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Física e à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.