

UMA PROPOSTA DE PERFIL CONCEITUAL PARA OS CONCEITOS DE LUZ E VISÃO

A CONCEPTUAL PROFILE PROPOSAL FOR LIGHT AND SEEING CONCEPTS

Aline Cesar Druzian¹

Tane da Silva Radé²

Renato P. dos Santos³

¹ULBRA/PPGECIM/GPFCEF, alinedruzian@terra.com.br

²ULBRA/PPGECIM/GPFCEF, thanagerade@yahoo.com.br

³ULBRA/PPGECIM/GPFCEF, renato@reniza.com c/ apoio do CNPq

RESUMO

O objetivo deste trabalho é determinar categorias de um perfil conceitual dos conceitos de luz e visão para compreender melhor a coexistência dessas concepções alternativas no perfil conceitual com relação aos conceitos de luz e visão durante o processo ensino-aprendizagem, nas diversas etapas do aprendizado, desde a escola fundamental até à formação acadêmica.

O perfil conceitual foi construído através de uma Matriz Epistemológica que articula diferentes visões epistemológicas. Foram utilizadas a visão histórico-epistemológica dos conceitos de luz e visão, a visão psicogenética desenvolvimental e as concepções alternativas e científicas de alunos, analisadas em diversos trabalhos de pesquisa na área. A análise desta matriz, mediante um processo de reinterpretação e síntese das diferentes visões epistemológicas e ontológicas deste conceito, nos possibilitou a identificação de zonas representativas para este perfil conceitual.

Palavras-chave: ensino de Física, luz (Física), visão (Óptica), perfil conceitual.

ABSTRACT

The purpose of this work is to establish a conceptual profile for the concepts of light and vision, in order to better understand the coexistence of these alternative conceptions in one's conceptual profile with relation to the light concept during the process teach-learning, in the diverse stages, since the basic school until the academic formation.

The conceptual profile was constructed by means of the Epistemological Matrix, which articulates the different epistemological visions. These were the historic-epistemological point of view of the light concept, the psychogenetic-developmental view, and widely available research literature on student's alternative and scientific conceptions. The analysis of this matrix by means of a process of reinterpreting and synthesis the different epistemological and ontological visions of this concept made possible the identification of representative zones for the conceptual profile of light.

Keywords: Physics teaching, light (Physics), vision (Optics), conceptual profile

INTRODUÇÃO

“Parte do que eu sei sobre como questionar cientistas mortos aprendi examinando as interrogações de crianças vivas por Piaget.” (Thomas Kuhn, 1977).

Como já tivemos ocasião de comentar em trabalho anterior (SANTOS, 2006), um dos grandes desafios a serem tratados nas relações ensino-aprendizado é o ensino de conceitos em ciências, tendo em vista os obstáculos de ordem epistemológica e ontológica enfrentados tanto por alunos como também por professores, face às concepções ou idéias prévias sobre tais conceitos que os alunos trazem para sala de aula e que tendem a se manter inclusive após sua graduação. Enquanto suas concepções tiverem sido adquiridas de forma significativa, no sentido utilizado por Ausubel & Novak (1983), isto é, forem baseadas em suas experiências pessoais, sejam consideradas plausíveis e expliquem suas situações do dia a dia, de forma suficiente e cognitivamente econômica para suas próprias finalidades, raramente as questionam, não vêm necessidade de um modelo mais complexo dos fenômenos naturais e simplesmente adotam-nas como a verdade, mesmo quando estas não alinhem com as visões científicas comumente aceitas. Mudança conceitual, na forma de substituição de uma concepção por outra na estrutura cognitiva do estudante, seja no modelo Piagetiano/Popperiano de conflito cognitivo, seja no modelo Kuhniano de Posner, segundo Moreira & Greca (2003), simplesmente não existe. Tais concepções alternativas fazem parte do processo cognitivo do indivíduo, são estáveis, persistentes, "resistentes à mudança", não são "apagáveis" (DRIVER, 1989) e coexistem com outras representações, inclusive com as do mundo científico, diferindo daquelas não somente por características epistemológicas, mas também ontológicas, sendo que Chi (1991) e Galili & Bar (1992), entre outros, observaram a necessidade de uma mudança ontológica de suas concepções para que os estudantes compreendam realmente conceitos físicos.

Desta forma, Salierno, Edelson & Sherin (2005) propõem que o professor deveria conhecer e saber lidar com tais concepções permitindo-lhe construir um currículo e desenvolver materiais que respondam a estas concepções alternativas. Deveria também ter em conta os fatores que possam contribuir para a persistência de tais concepções, com o objetivo de reconhecer e de modificar todas as práticas que permitam que permaneçam ou mesmo que as reforcem.

Entre outros fatores, acreditamos que é preciso levar em consideração que as concepções alternativas são, segundo Jammer (1957), “o resultado do desmembramento arbitrário do coerente e contínuo substrato da experiência sensória”, enquanto que a Ciência nunca tenta, propositadamente, separar-se a si própria das concepções formadas pela experiência cotidiana e tende a moldar as concepções científicas, tanto quanto possível, em analogia com as concepções da experiência diária. Desta forma, embora os conceitos científicos tenham passado por um longo processo de “depuração histórica”, à medida que as ciências se desenvolviam, os estudantes em sala de aula, são, quase sempre, submetidos abruptamente a concepções científicas de alta complexidade e sutileza tais como luz, força, energia, trabalho, entre outras, noções cujo caráter simbólico cotidiano lhes traz significações impregnadas de metáforas, concernentes ao senso comum vigente em seu contexto.

Da mesma forma, para Piaget & Garcia (1983), “o fato fundamental para a epistemologia das ciências é que o sujeito, partindo de níveis muito baixos, de estruturas pré-lógicas, chegará a normas racionais isomorfas das estruturas das ciências aquando do seu nascimento.” Por isso, estes autores procuraram saber “se os mecanismos de passagem de um período histórico ao seguinte, no contexto de um sistema de noções, são análogos aos da passagem de um estágio genético aos seus sucessores.” Mesmo nas concepções contrárias à teoria Piagetiana dos estágios psicogenéticos, enfatiza-se que a dinâmica da mudança conceitual

"que o ensino pretende promover nos alunos é análoga àquela observada na história da ciência" (NUSSBAUM, 1989).

Segundo De Hosson & Kaminski (2007), se a análise histórica dá uma idéia do nível da dificuldade de um conteúdo a ser ensinado, o Ensino de Ciências permite-nos propor uma leitura particular da história das teorias da visão e contemplar um percurso conceitual a partir de um ponto de vista específico.

Acreditamos que um instrumento de diagnóstico e análise, tal como desenvolvido por este grupo de pesquisa para os conceitos de força e de energia (RADÉ & SANTOS, 2005; DRUZIAN, BRÜCKMANN & SANTOS, 2005), inicialmente baseado no modelo de perfil conceitual de Mortimer (1995), é um instrumento de aplicação fácil e análise rápida, com o qual o professor pode levantar as concepções pré-científicas e científicas que os alunos trazem para sala de aula, de forma global e individualizada e fazer um acompanhamento do processo de evolução conceitual. Alinhamos com Mortimer na crença de que a consciência por parte do estudante de seu próprio perfil conceitual terá um papel importante na relação ensino-aprendizagem. Ou, como disseram (Monk & Osborn, 1997), "é reconfortante perceber que outros pensaram da mesma maneira; que não somos culpados de estupidez por manter essas idéias, pois, de qualquer forma, pessoas altamente respeitáveis e inteligentes do passado pensaram de maneira muito semelhante". Os estudantes poderem relacionar suas idéias às dos antigos parece ajudá-los a tornar a significância dos seus erros menos alarmante e, por outro lado, isso desenvolve suas respostas quando estão corretas (DeHOSSON & KAMINSKI, 2007). Ray (2005) aponta que, no processo de desenvolvimento cognitivo do aprendiz, são observados não somente obstáculos históricos mas também obstáculos pedagógicos. No entanto, estes últimos não serão considerados neste trabalho.

Para desenvolvimento deste trabalho, foram selecionados os conceitos de luz e visão, que possuem um largo espectro histórico para uma análise crítica mais acurada. Para uma acessível introdução à questão da visão, que, em ensino de ciências, costuma estar associada ao conceito de luz, ver, por exemplo, Tossato (2005).

À medida que a teoria da aprendizagem se desenvolveu nas décadas passadas, muitos pesquisadores chegaram ao consenso de que os estudantes não devem ser apenas expostos ao material correto, mas devem também ser levados a confrontar suas concepções alternativas pessoais para que aconteça a mudança conceitual e, assim, a aprendizagem possa ocorrer (SALIERNO, EDELSON & SHERIN, 2005). Uma estratégia nesse sentido já foi testada com resultados excelentes por este grupo de pesquisa (BUTLAND, 2005). Uma interessante experiência pedagógica integrando a controvérsia na História da Ciência no Ensino de Ciências, visando a evolução conceitual dos estudantes com relação à luz e à visão, foi recentemente desenvolvida por DeHosson & Kaminski (2007). Outra interessante experiência interdisciplinar de Arte, História e Ensino de Física é dada por Queiroz, Barbosa-Lima, Santiago & Viana (2005), baseada no quadro "A Moça com Brinco de Pérola" de Vermeer e no livro e filme homônimos.

O objetivo deste trabalho, assim, é estabelecer, com base na pesquisa bibliográfica selecionada, um perfil da evolução histórica do conceito de "luz" e sua evolução ontológica, para compreender melhor a coexistência dessas concepções alternativas no perfil conceitual e as mudanças ontológicas e epistemológicas necessárias para promover a evolução ontológica e a mudança do perfil conceitual de um sujeito, com relação ao conceito de luz durante o processo ensino-aprendizagem, nas diversas etapas do aprendizado, desde a escola fundamental até à formação acadêmica.

A CONSTRUÇÃO DO PERFIL CONCEITUAL DE LUZ

A metodologia utilizada para a construção do perfil conceitual de luz foi conforme processo delineado por Santos (2005). As visões epistemológicas utilizadas foram a visão histórico-epistemológica do conceito de luz, extraída de Lindberg (1981), de Jammer (1994) e de Cantor (1996); a visão psicogenética desenvolvimental segundo as pesquisas de LaRosa *et alli* (1984), Osborne & Black (1993), Selley (1996) e Monk (1991) sobre a formação da noção de luz em crianças; e as concepções alternativas e científicas de alunos referentes ao conceito de luz, analisadas nos trabalhos de Guesné (1978), Guesné (1985), Feher & Rice (1992), Hierrezuelo & Montero (1998), Driver *et alli* (2000), Hirn & Viennot (2000) e DeHosson & Kaminski (2007).

Não é possível reproduzir aqui todo o material recolhido destas fontes e, assim, apresenta-se aqui apenas breves resumos de cada uma que possibilitem ao leitor avaliar essas diferentes visões.

Vale a pena aqui lembrar a origem etimológica do termo luz. O termo ‘luz’ tem sua origem apontada para o latim *lux*, (MACHADO, 1952), com significado de luz, luz do dia, dia; mas também a luz da vida; o olho, visão e os significados figurados de ilustração, elucidação, esperança e incentivo. (ERNOUT & MEILLET, 1951; HOUAISS, 1952). Também tem os significados figurados de evidência, verdade, certeza, percepção, intuição, saber, civilização e, em religião, iluminação espiritual, fé. Na forma plural, luzes, tem os significados de noções e conhecimentos, a ciência e o progresso. Também são usuais as expressões ‘dar à luz’ (parir), ‘vir à luz’ (surgir, aparecer, chegar ao conhecimento público) e ‘lançar luz sobre’ (tornar claro ou perceptível, explicar, esclarecer). Vale a pena lembrar ainda o termo ‘lúcido’, do latim *lucidus*, com o significado de claro, brilhante.

É interessante também ter em conta o sentimento místico associado à luz. Como ressalta Cantor (1996), “a luz tem um papel tão presente e crucial nas nossas vidas e no funcionamento da Natureza que todas as culturas abundam com mitos referentes à luz.” Por isso, “as conotações psicológicas, culturais e religiosas da luz afetaram profundamente a maneira como as pessoas, incluindo muitos cientistas, conceberam a natureza da luz.” Assim, por exemplo, nos *Midrashim* e na Cabala judaicos, “luz” é um dos termos mais importantes, significando a “mais santa concepção” (JAMMER, 1994). Da mesma forma, em Gênesis 1:2 é dito que, antes do advento da luz, ‘a Terra era sem forma e vazia; havia trevas sobre a face do abismo’ e, no versículo quatro, é dito que ‘e Deus viu que a luz era boa’. Para Cantor (1996), “qualidades positivas foram atribuídas à luz por seu papel em mudar aquelas condições.” Mais adiante, na tradição cristã, o evangelho de João identifica Cristo com ‘a Luz’, Agostinho explicava que a verdade só poderia ser percebida à luz da suprema verdade, da mesma forma que o olho só podia vislumbra objetos iluminados pelo sol e Grosseteste afirmava que a primeira forma corpórea e o primeiro princípio de movimento seria a luz que tudo permeia, vendo a criação do universo no espaço à “autodifusão” da luz (LINDBERG, 1981; JAMMER, 1994). Mesmo a mais sóbria filosofia da Idade Média aceitava a luz como a mais nobre entidade no mundo e também o meio pelo qual a ordem universal se mantém e a base da extensão no espaço (JAMMER, 1994).

Primeiro nível

Apesar dos possíveis paralelos entre a ciência grega antiga e as de culturas asiáticas (vide p.ex. KAK, 2005), é usual iniciar-se a história do conceito de luz pela Grécia clássica.

Desde a Grécia clássica até o começo do século dezenove, o tema ‘Óptica’ referia-se principalmente à percepção visual, com pouca ênfase no estudo da natureza e propriedades da luz. Coube a Kepler ‘externalizar’ o objeto da Óptica e dissociá-la dos problemas da visão e da consciência e concentrar-se na propagação da luz (CANTOR, 1996). Para Aristóteles, luz (*phos*) não seria nem fogo, nem algo material, nem uma emanção corpuscular de um corpo qualquer, mas sim um estado do meio transparente, como ser fosse a cor própria do meio transparente,

tornado transparente pelo fogo, outra fonte de luz ou por algo semelhante ao corpo mais sublime. Somente em tal estado de transparência, esse meio permitiria a visão. Em sendo um estado, e não uma substância, a luz se propagaria instantaneamente já que o meio foi tornado transparente como um todo de uma só vez, da mesma forma que a água se congelaria instantaneamente como um todo. Por outro lado, a luz não teria cor, sendo esta o resultado de uma mudança qualitativa produzida pelo objeto colorido no meio transparente (LINDBERG, 1981; CANTOR, 1996).

Paralelamente, Selley (1996) identificou um nível rudimentar de entendimento, puramente fenomenológico que exige como condição para ver apenas olhos abertos, a linha de visão desimpedida e algum tipo de iluminação. LaRosa *et alli* (1984) identificaram concepções de senso comum sobre a luz em que esta seria simplesmente uma parte do ambiente, tal como o ar, seria apenas a condição que nos habilita para ver, estando instantaneamente estabelecida no espaço em presença de uma fonte luz. Parte das crianças estudadas por Osborne & Black (1993) não forneceram nenhuma explicação sobre visão; para elas, o processo de visão não parece ser problema e seus desenhos não forneceram indicação de qualquer coisa diferente do ato simples de olhar. Segundo Monk (1991), a concepção da criança é simplesmente “eu olho para ver”. O objeto será visto simplesmente por estar iluminado, a luz não existindo como entidade no espaço entre a fonte e o efeito produzido (Driver *et alli*, 2000). Neste nível, as crianças consideram também que a luz de uma vela não alcança tão longe quanto a luz do sol (Hierrezuelo & Montero, 1998) e que não há luz no espaço entre a fonte e o efeito que é produzido (Driver *et alli*, 2000).

Segundo nível

Já para os atomistas, a luz não teria papel na visão, a qual se daria meramente pela captação de imagens (*eidola*) dos objetos.

Num nível seguinte, para Osborne & Black (1993) as crianças reconhecem que os olhos são essenciais para a visão e que se necessita de luz para a visão, mas falham em fornecer qualquer detalhe adicional do papel da luz. Sem luz uma pessoa não pode ver e isso é tudo (LaRosa *et alli*, 1984). Segundo Selley (1996) a criança reconhece que existe uma entidade física ligada ou viajando ao longo de um caminho formado por uma linha direta entre objeto e olho, porém de um ponto de vista puramente geométrico. Para Monk (1991), a concepção da criança neste nível é “eu preciso de luz para ver”. Hierrezuelo & Montero (1998) observaram que, embora crianças considerem que os olhos necessitam da luz do dia para ver, não é necessário que a luz vá do objeto ao olho. Guesné (1985) e LaRosa *et alli* (1984) identificaram a concepção de que “a luz se move somente quando a fonte se move”. A luz seria uma propriedade de certas coisas, tais como lâmpadas, fogo, etc., embora fontes de luz artificiais produzissem uma luz diferente da solar (LaRosa *et alli*, 1984). Por outro lado, a luz natural não teria nenhuma cor, sendo uma qualidade do objeto observado e variando com a intensidade da luz. Esta mesma concepção de cor foi observada por Guesné (1985) em crianças.

Terceiro nível

Para os Pitagóricos, Empédocles e Platão, entre outros, a visão se daria por um mecanismo chamado de extramissão, em que um fogo interior ao olho seria emitido para o objeto que entraria em conjunção com a luz solar incidente sobre este.

Algumas das crianças estudadas por Osborne & Black (1993) forneceram explicações em termos de um vínculo único entre olho e objeto que, em alguns casos, incluíram uma direção. Monk (1991) identificou um nível de concepção em que embora a luz e a visão combinem-se na explicação, sua articulação é incorreta ou pouco clara. Por outro lado, Selley (1996) identificou concepções de senso comum em que existem dois vínculos, um envolvendo o caminho da luz, a partir da fonte até o olho, e outro a partir do olho até o objeto. Num nível mais avançado, o

sujeito reconhece a necessidade da conjunção de dois raios retilíneos, um a partir da fonte e o outro a partir do olho, que se encontrarão no objeto para que este seja visto.

Quarto nível

Por volta do século X, os filósofos islâmicos estenderam as teorias dos gregos. Em particular, Abu Ali al-Hasan Ibn al-Haytham, conhecido no Ocidente como Alhazen, desenvolveu o modelo intromissão grego, considerando que cada ponto do objeto reflete a luz incidente para o olho em todas as direções mas que apenas um raio de cada ponto incide sobre o olho do observador. Alhazen enfatizou também que os ‘raios’ de luz são construções puramente geométricas, úteis no estudo das propriedades da visão, mas sem realidade física (LINDBERG, 1981). Exatamente esta idéia foi identificada em crianças estudadas por Hirn & Viennot (2000).

Selley (1996) identificou um modelo, aplicável às fontes primárias, em que a luz viaja da fonte, em uma linha direta, até ser impedida (constituindo as sombras) ou até que ela entre no olho. Já Monk (1991) identificou um nível em que a articulação entre a reflexão da luz pelo objeto e a posterior passagem da luz (refletida) do objeto para o olho é bem clara. DeHosson & Kaminski (2007) relatam que a evocação de uma situação de ofuscamento pela luz conduziu a maioria dos estudantes a pensar que a entrada da luz no olho impede a visão. O que parece ser uma condição histórica do desenvolvimento das idéias no sistema ótico constitui um obstáculo importante à compreensão dos estudantes do mecanismo da visão. Focalizar no raciocínio dos estudantes permitiu àquelas autoras perceber o esforço de abstração feito por Alhazen.

A história continua

Enquanto na França, Cartesianos tardios continuavam a advogar a visão de que a luz é uma pressão ou tendência ao movimento no éter ou *plenum*, Newton, no seu *Philosophia naturalis principia mathematica* (1687) e nas ‘*queries*’ adicionadas à edição latina de 1706 de seu *Opticks*, sugeriu que a luz consiste de pequenas partículas de matéria em movimento retilíneo, podendo ser desviadas pela ação de forças de curto alcance emanando dos corpos sobre os quais incidem (CANTOR, 1996). Embora, no começo da sua carreira, Newton tenha sustentado elementos da teoria ondulatória, inclusive de um “meio etéreo de constituição parecida com o ar, mas muito mais rarefeito e fortemente mais elástico” (GABBEY, 1996) ubíquo, fez severa oposição a qualquer teoria ondulatória, de pressão ou pulso para a luz (CANTOR, 1996). Por outro lado, versões de teorias ondulatórias da luz eram defendidas e aperfeiçoadas no século XVIII, especialmente por autores holandeses e alemães tais como Huygens e Euler. No século seguinte, os trabalhos de Young, Fresnel e outros deram o domínio a esta teoria sobre a concorrente corpuscular. Maxwell veio consolidar esta teoria com a descoberta da natureza eletromagnética da luz, confirmando a observação de Faraday, juntando dois campos de estudos até então desconexos. Vale lembrar, porém, que esta mesma conexão deu origem à explicação Einsteiniana do efeito fotoelétrico, envolvendo o quantum de Planck, e ao paradoxo do deslocamento à velocidade da luz que levou o mesmo Einstein à Teoria da Relatividade Especial. Maxwell, falava da luz branca como “emblema da pureza” e Einstein elevou a velocidade da luz ao status de um absoluto, mostrando que, para muitos cientistas, tal como para os antigos, a significância da luz transcende a Física (CANTOR, 1996).

As categorias do perfil conceitual

A partir do material correspondente a essas três visões foi construída a Matriz Epistemológica (SANTOS, 2005), correlacionando horizontalmente as interpretações nas diferentes colunas que correspondem a essas visões epistemológicas. Seu objetivo é verificar a

existência de isomorfismos entre elas, permitindo identificar as categorias do perfil conceitual de luz.

Em seguida, mediante um processo de reinterpretação e síntese das diferentes visões epistemológicas e ontológicas deste conceito, identificaram-se as quatro zonas representativas para o perfil conceitual de luz listadas na Tabela 1, abaixo. Para detalhes deste processo, ver Radé (2005).

Tabela 1 - Categorias identificadas no perfil conceitual de luz

I	Luz como um estado de ‘iluminação’ do meio, sem cor e sem relação com a visão.
II	Luz é necessária para a visão, mas não se considera que a luz vá do objeto ao olho.
III	Luz e visão devem encontrar-se no objeto para que este seja visto (extramissão).
IV	Luz proveniente da fonte primária é difundida pelo objeto e incide sobre o olho (intramissão).

Objetivando validar as zonas identificadas do perfil conceitual do conceito de luz, na continuação deste projeto, proceder-se-á à construção e aplicação de um instrumento de teste. Tal como fizemos em Druzian, Brückmann & Santos (2005), cada questão será formulada em duas partes, com questões fechadas, segundo a técnica proposta por Treagust (1988), a primeira parte com alternativas de resposta à pergunta e a segunda parte com alternativas de justificativa da escolha na primeira parte, para que alguma da riqueza de respostas propiciada por questões abertas se recupere. Da mesma forma, para estimular a expressão das verdadeiras concepções dos estudantes, as questões serão formuladas num linguajar mais comum, diferentemente do padrão em questões de livros de Física. As respostas às questões serão analisadas frente a uma tabela de taxonomias (RADÉ & SANTOS, 2005) do conceito de luz, desenvolvida a partir das categorias identificadas do perfil conceitual.

Vale ressaltar que esta aplicação terá apenas a finalidade de ‘validar’ as categorias do perfil conceitual de luz obtido, como instrumento de acesso às visões dos alunos sobre o conceito de luz, verificando quais categorias desse perfil, estão presentes nos alunos, sem o objetivo, nesta etapa, de procurar estabelecer diagnóstico ou soluções para as concepções alternativas dos alunos. A versão final deste instrumento de teste, bem como os resultados destas primeiras aplicações serão divulgados oportunamente.

CONCLUSÕES

Conforme pudemos ver a partir da análise histórica desenvolvida brevemente aqui, a noção de luz vem acompanhando o ser humano desde os mais remotos tempos, participando do seu cotidiano, o que, entendemos, robustece as concepções alternativas que os alunos trazem para sala de aula.

Segundo De Hosson & Kaminski (2007), nas situações de ensino-aprendizagem desenvolvidas por estas autoras, as idéias que se manifestaram saíram diretamente da história da ciência e organizaram-nas com referência às dificuldades que os estudantes enfrentam, a fim auxiliar um processo de aprendizagem que favorecesse a compreensão de uma explanação bastante abstrata. Da mesma forma, vemos o estudante, não como um futuro mero repetidor de informações, mas como o engenheiro, técnico, cientista ou professor de ciências de amanhã, alguém que pensa, constrói ou reconstrói e vê outras facetas e busca, também, apoio na História das Ciências, enfatizando suas rupturas e saltos, sejam eles científicos ou socioculturais, promovendo a evolução conceitual dos alunos e favorecendo a interdisciplinaridade e o aprendizado articulado e contextualizado (BUTLAND, 2005).

REFERÊNCIAS

- BUTLAND, Valéria Rodrigues Graça. *Um Estudo sobre o uso Pedagógico da História da Ciência no Ensino de Física*, 2005. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2005.
- CANTOR, G.N. Physical Optics. in: *Companion to the History of Modern Science*. OLBY, R.C. et alli (eds.). London: Routledge, 1996, pp. 627-638.
- DeHOSSON, Cécile & KAMINSKI, Wanda. Historical controversy as an educational tool: Evaluating elements of a teaching-learning sequence conducted with the text 'Dialogue on the ways that vision operates'. *International Journal of Science Education*, v. 29, n. 5, abr/2007, pp. 617-642.
- DRIVER, Rosalind. Changing Conceptions. in ADLEY, Philip et. al. *Adolescent Development and School Science*. London: The Falmer Press, 1989.
- DRIVER, Rosalind; SQUIRES, A.; RUSHWORTH, P. & WOOD-ROBINSON, V. *Dando sentido a la ciencia en secundaria*. Investigaciones sobre las ideas de los niños. SEP/Visor, 2000.
- DRUZIAN, Aline; BRÜCKMANN, Iades A. & SANTOS, Renato P. dos. Construção de um Teste através de um Inventário do Conceito de Energia. in: *Atas do V ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, Bauru/SP, ABRAPEC, 28 de Outubro a 2 de Dezembro de 2005, Bauru: Associação Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências - ABRAPEC, 2005.
- ERNOUT, A. & MEILLET, A. *Dicionário Etimológico da Língua Latina: História dos Nomes*. Paris: Librairie C. Klincksieck, 1951.
- FEHER, Elsa & RICE, Karem. Children's Conceptions of Color. *Journal of Research in Science Teaching*. v. 29, n. 5, pp. 505-520, 1992.
- GABBEY, Alan. Newton and Natural Philosophy. in: *Companion to the History of Modern Science*. OLBY, R.C. et alli (eds.). London: Routledge, 1996, pp. 243-263.
- GUESNÉ, E. Lumière et vision des objets: une example de representations des phénomènes physique, preexistant a L'ensegnement. in: G. DELACOTE (ed.). *Physics Teaching in Schools*. London : Taylor & Francis, pp.265-273, 1978.
- GUESNÉ, E. La luz. in DRIVER, Rosalind; GUESNE E. & TIBERGHIEEN A. *Ideas científicas en la infancia y la adolescencia*. Morata: Ministerio de Educación y Ciencia, 1985.
- HIERREZUELO, M. J., & MONTERO, M. A. *La ciencia de los alumnos*. Su utilización en la didáctica de la Física y la Química. Ed. Laia/Ministerio de Educación y Ciencia, 1998.
- HIRN, C. & VIENNOT, L. Transformation of didactic intentions by des sciences physiques. *International Journal of Science Education*. v. 22, n. 4, pp. 357-384, 2000.
- HOUAISS, Antonio; VILLAR, Mauro de S. & FRANCO, Francisco M. de Mello. *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*. 1ª ed., Rio de Janeiro: Editora Objetiva Ltda, 2001.
- JAMMER, Max. *Concepts of Space - The History of Theories in Physics*. 3. ed., Nova Iorque: Dover, 1994.
- KAK, Subhash. Greek and Indian Cosmology: Review of Early History. in: *The Golden Chain*, G.C. Pande (ed.), New Delhi: CSC, 2005, pp. 871-894.
- LaROSA, C.; MAYER, M.; PATRIZI, P. & VICENTINI-MISSONI, M. Commonsense Knowledge in Optics: preliminary results of an investigation into the properties of light. *European Journal of Science Education*, v. 6, n. 4, pp. 387-397, 1984.
- LINDBERG, David C. *Theories of Vision from al-Kindi to Kepler*. Chicago: The University of Chicago Press, 1981.
- MACHADO, José P. *Dicionário Etimológico da Língua Portuguesa Vol. 1*. Lisboa: Editorial Confluência, L.^{da}, 1952.

- MONK, Martin. Genetic Epistemological Notes on Recent Research into Children's Understanding of Light. *International Journal of Science Education*, v. 13, n. 3, pp. 255-270, 1991.
- MONK, Martin, & OSBORNE, Jonathan F. Placing the history and philosophy of science on the curriculum: A model for the development of pedagogy. *Science Education*, v. 81, n. 4, pp. 405-424, 1997.
- MOREIRA, Marco Antonio & GRECA, Ileana Maria. Cambio Conceptual: Análisis Crítico y Propuestas a La Luz de la Teoría del Aprendizaje Significativo. *Revista Ciências e Educação. Ciência e Educação*, v. 9, n. 2, p. 301-315, 2003.
- MORTIMER, Eduardo Fleury. Conceptual change or conceptual profile change? *Science & Education*, vol. 4, n. 3, p. 265-287, 1995.
- NUSSBAUM, J. Classroom conceptual change: philosophical perspectives. *International Journal of Science Education*, v. 11, n. 5, p. 530-540, 1989.
- OSBORNE, Jonathan F. & BLACK, Paul. Young Children's (7 – 11) Ideas About Light and Their Development. *International Journal of Science Education*, v. 15, n. 1, jan/1993, pp. 83-93.
- PIAGET, Jean; GARCIA, Rolando, *Psychogénèse et Histoire des Sciences*, Paris: Flammarion, 1983, trad. port.: *Psicogênese e História das Ciências*, Lisboa: Dom Quixote, 1987.
- QUEIROZ, G.; BARBOSA-LIMA, M.C.; SANTIAGO R. & VIANA, J.C. Luz: Ciência, Arte e ensino de Física. in: *Atas do 10º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia*, UFMG, outubro de 2005, Belo Horizonte/MG.
- RADÉ, Tane & SANTOS, Renato P. dos. Uma Proposta de Perfil Conceitual para o Conceito de Força. in: *Atas do V ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, Bauru/SP, ABRAPEC, 28 de Outubro a 2 de Dezembro de 2005, Bauru: Associação Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências - ABRAPEC, 2005.
- RAY, Nathalie. *L'histoire des sciences dans l'enseignement des Sciences de la Vie et de la Terre En collège et lycée*. Mémoire professionnel Agrégation de SVTU. IUFM de l'Académie de Paris. 2005. disponível em <http://www.eleves.ens.fr/home/nray/Rapports/memoire-iufm.pdf> acessado em 5/10/2007
- SALIerno, Christina; EDELSON, Daniel & SHERIN, Bruce. The Development of Student Conceptions of the Earth-Sun Relationship in an Inquiry-Based Curriculum. *Journal of Geoscience Education*, v. 53, n. 4, set/2005, pp. 422-431.
- SANTOS, Renato P. dos. Uma Proposta para o Perfil Conceitual do Conceito de Massa na Física. in: *Anais do IX EPEF – Encontro de Pesquisa em Ensino de Ciências*, Jaboticatubas/MG, SBF, 26 a 29 de Outubro de 2004. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física - SBF, 2005.
- SELLEY, N.J. Towards a Phenomenography of light and vision. *International Journal of Science Education*, v. 18, n.7, pp. 837-846, 1996.
- TOSSATO, Claudemir Roque. A função do olho humano na óptica do final do século XVI. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 3, n. 3, p. 415-41, 2005.