

ENSINO DE ÓPTICA PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: ANÁLISE DE CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS.

OPTICS TEACHING FOR PUPILS WITH VISUAL DEFICIENCY: ANALYSIS OF ALTERNATIVE CONCEPTIONS

Débora Renata Vieira de Almeida¹
Paulo Roberto Pires Maciel Filho², Eder Pires de Camargo³, Roberto Nardi⁴

¹Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” /Departamento de Física/ fisica_unesp@yahoo.com.br

²Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” /Departamento de Física/maciel@fc.unesp.br

³Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” /Departamento de Educação/ camargoep@uol.com.br

⁴Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” /Departamento de Educação/ nardi@fc.unesp.br

Resumo

O enfoque que tem sido dado às concepções alternativas dos estudantes revela, dentre uma série de aspectos, a superação do paradigma tradicional do ensino que depreciava tais concepções classificando-as como ignorância. A partir dos últimos 35 anos, o estudo das concepções alternativas dos estudantes no que diz respeito aos conceitos físicos, começou a tomar forma e ganhar destaque entre educadores construtivistas que buscavam uma melhoria em sua prática pedagógica. Tal estudo demonstra as diferenças entre o pensamento científico atual e as noções alternativas dos estudantes, indicando falhas no processo de instrução formal tradicional. No tema aqui abordado, é feita uma análise das concepções alternativas sobre óptica de um tipo particular de estudante, o deficiente visual total. O objetivo é que tal estudo seja útil ao ensino de Física para pessoas não videntes, os resultados aqui apresentados poderão contribuir para que o professor tenha subsídios para repensar e reavaliar sua prática pedagógica.

Palavras-chave: Ensino de Física, inclusão, alunos com deficiência visual, óptica.

Abstract

The traditional education paradigm, which practically ignores alternative pupil ideas and concepts, has been overcome by the great attention given to those ideas and concepts by researchers. In the last 35 years, the observation of the pupil alternative ideas and concepts about Physics theory have become a very important topic of discussion among constructivist educators who want to improve their work. Such observation shows the difference between the current scientific knowledge and the spontaneous pupil thought, pointing out to failures in the traditional method of learning. In this work we analyse optical alternative ideas and concepts of a very particular kind of student - the blind. In order to help teachers to improve the Physics teaching for blind people.

Keywords: Physical Teaching, Inclusion, Blind Students, optical.

INTRODUÇÃO

No contexto dos conhecimentos prévios, erros conceituais ou concepções alternativas, um grande número de estudos em várias áreas do conhecimento foi realizado nas últimas três décadas (Eckstein e Shemesh, 1993). Dentre essas áreas do conhecimento, o número de estudos sobre concepções em mecânica ganha significativo destaque pela quantidade realizada (McDermott, 1984; Sebastiá, 1984). Contudo, também estudos sobre conceitos ou áreas do conhecimento como: calor (Macedo e Soussan, 1985), eletricidade (Varela, 1989), Óptica (De La Rosa et al, 1984; Viennot e Kaminsky, 1991), Biologia (Jiménez, 1987), Geologia (Granda, 1988), Química (Furió, 1986), podem ser encontrados. Como decorrência de tais estudos, houve uma variação na nomenclatura, bem como, uma melhor compreensão e interpretação dos referidos conhecimentos prévios. Termos como: "teorias ingênuas" (Caramazza et. al. 1981), "ciência das crianças" (Gilbert et. Al. 1982; Osborne e Wittrock 1983), "concepções alternativas" (Driver e Easley 1978), "representações" (Giordan 1985), entre outros, podem ser encontrados na literatura.

Recentemente, uma nova vertente acerca das investigações no campo das concepções alternativas surgiu, ou seja, os estudos das concepções alternativas de pessoas cegas sobre temas da física, e em especial, sobre mecânica (Camargo et. Al. 2001; Camargo et. Al. 2000; Camargo, 2000). Esses trabalhos enfocaram sob aspectos históricos e visuais, as concepções alternativas sobre repouso e movimento de pessoas com deficiência visual total, e como parte dos resultados desses estudos, verificou-se convergência entre as concepções em mecânica de pessoas cegas e videntes. Como indicam Lochhead e Dufresne, (1989), a necessidade das pessoas em compreender o mundo ao seu redor, produz análises e interações sensoriais e sociais, e tais análises influenciam o surgimento das concepções alternativas. Em outras palavras, todas as pessoas adquirem representações sobre o mundo, que lhes permitem conhecer suas regularidades, tornando-o desta forma, mais previsível e compreensível. Assim, concluiu-se que em relação às concepções em mecânica, indivíduos embora cegos, não representam exceção à maneira alternativa de se abordar questões relacionadas ao repouso e ao movimento dos objetos; isto é; as percepções não visuais participam de maneira significativa para a "construção/interpretação" da realidade "Física/macrocópica" de todas as pessoas, com deficiência visual ou não (Camargo, 2002).

No campo de estudos que enfoca as concepções em Física e a deficiência visual, uma relação em especial, ou seja, a das concepções alternativas sobre fenômenos ópticos e pessoas com deficiência visual, é objeto de interesse investigativo neste trabalho. O interesse por esse estudo deu-se por meio da influência das disciplinas de prática de ensino de Física (IV) e (V) ministradas no curso de Licenciatura em Física da UNESP de Bauru, nas quais os temas: "concepções alternativas" (Posner et. al. 1982), "construção do conhecimento" (Pérez, et. al. 1999; Wheatley 1991, "Ensino de Física para alunos com deficiência visual" (Camargo, 2005) etc, foram abordados e trabalhados. Por meio das abordagens mencionadas, ocorreu uma tomada de consciência acerca da importância e da necessidade de contribuições da pesquisa em Ensino de Ciências para minimizar "possíveis dificuldades" para o aprendizado de conceitos ópticos enfrentadas por um aluno com deficiência visual incluído numa sala de aula regular. A partir das discussões estabelecidas, algumas das questões motivadoras para o desenvolvimento do estudo que hora se inicia, seriam convenientes de serem apresentadas: Quais são as concepções alternativas de pessoas cegas sobre fenômenos relacionados à óptica? Essas concepções são distintas para o caso da pessoa ter nascido cega, ter perdido a visão ao longo de sua vida, ou ser vidente? O conhecimento de conceitos relacionados à óptica por contemplar fenômenos luminosos é dependente da visão? O fato de alguns fenômenos físicos não poderem ser observados visualmente como é o caso do luminoso representa motivo para não se ensinar o referido fenômeno para alunos cegos?

No presente artigo, será apresentada uma análise de concepções alternativas sobre fenômenos ópticos, provenientes de declarações fornecidas por três pessoas com deficiência visual, por ocasião da realização de entrevistas semi-estruturadas. Julgou-se que essa entrevista deveria nortear e direcionar a elaboração de atividades de ensino de óptica apropriadas a um contexto de ensino de física que contemple a presença de alunos com deficiência visual e videntes. Essas atividades,

entretanto, estão sendo elaboradas, para posterior aplicação e avaliação, e não são, portanto, objeto de apresentação e análise deste texto. Pensou-se em questões abertas que envolvessem tópicos de óptica trabalhados no ensino regular, e quando a elaboração do questionário foi concluída, contactou-se a Escola Estadual Mercedes Paz Boeno, localizada na cidade de Bauru, Escola esta que atende alunos com deficiência visual em uma sala de recurso, e realizaram-se as entrevistas. Portanto, por meio da investigação aqui apresentada, entende-se que as concepções alternativas (de todos os alunos, com deficiência visual e videntes) devem receber um tratamento de maior importância por parte dos professores, ou seja, devem ser consideradas como hipóteses alternativas sérias de um determinado fenômeno, e a partir disto, valorizadas em um processo de ensino-aprendizagem. O fenômeno a ser considerado neste texto, é o óptico, e os alunos cujas concepções são investigadas, são os que possuem uma característica de percepção da realidade física distinta dos demais, ou seja, o deficiente visual.

METODOLOGIA

O referencial metodológico que se adequou ao cumprimento do objetivo do presente artigo é o qualitativo. A pesquisa qualitativa está fundamentada num exemplo dialético de análise, já que visa conhecer as várias formas de manifestação do objeto de estudo (Bogdan e Biklen, 1994). De caráter subjetivo, dá ênfase às interações, sendo que suas técnicas de análise são orientadas pelo processo (Patton apud Alves, 1991). De acordo com a perspectiva de investigação apresentada, a realização de entrevistas mostrou-se um instrumento fundamental para a coleta dos dados desejados. A liberdade de percurso deste instrumento de obtenção de informações está associada mais especificamente à entrevista semi-estruturada, que se desenrolou a partir de um esquema básico, porém não aplicado rigidamente junto ao grupo de sujeitos com deficiência visual, permitindo que fossem feitas as necessárias correções, esclarecimentos e adaptações.

Cada sujeito entrevistado foi colocado mediante cinco questões abertas; pois, o objetivo era o de obter respostas que conduzissem às suas concepções alternativas sobre óptica. Para a realização das entrevistas, confeccionaram-se maquetes táteis (em alto relevo) para ajudar na interface de comunicação de alguns temas entre entrevistador e entrevistado. Por motivos éticos, a identidade dos entrevistados será mantida em sigilo, sendo que eles encontram-se identificados no texto pelas letras (A), (B) e (C). A escolha das letras obedeceu ao critério cronológico de realização das entrevistas. O pesquisador encontra-se caracterizado no texto pela letra (E). Assim, esta pesquisa se efetivou seguindo um plano de trabalho, dividido em 4 etapas, listadas a seguir:

ETAPA - 1 - Seleção dos entrevistados: Participaram desta pesquisa três pessoas com as seguintes características em relação à deficiência visual:

O Entrevistado (A) tem 36 anos, está cursando 8ª série na modalidade de ensino: EJA (Educação de Jovens e Adultos) perdeu totalmente a visão aos 24 anos, e segundo declarou, não possui percepção visual da luz.

O entrevistado (B) tem 12 anos, estuda na 4ª série do ensino básico, e segundo declarou, é cego de nascimento, o que lhe impossibilita perceber visualmente a luz, ou seja, não reconhece visualmente se está escuro ou claro.

O Entrevistado (C) tem 15 anos, cursa 8ª série do ensino fundamental, e segundo declarou enxerga vultos, o que lhe possibilita identificar visualmente se um ambiente está claro ou escuro. Ainda de acordo com o que declarou, possui baixa visão desde seu nascimento.

ETAPA - 2 - Elaboração do questionário, das maquetes e realização das entrevistas: Nesta etapa, cinco questões abertas foram elaboradas. Além das cinco questões, duas maquetes foram construídas para auxiliar a interface de comunicação entre entrevistador e entrevistado. São elas: Maquete (1): Possíveis trajetórias para a luz; Maquete (2): Ocorrência da visão. Essas maquetes, assim como as questões, serão apresentadas detalhadamente posteriormente (Tópico: Análise dos dados). Destaca-se que as entrevistas foram realizadas em junho de 2005 e gravadas nos formatos de áudio e vídeo.

ETAPA - 3 - Identificação de trechos significativos para análise: Esta etapa se caracterizou pela transcrição das entrevistas e posterior seleção de trechos significativos para análise. Defini-se como “trechos significativos” fragmentos extraídos do texto transcrito que de acordo com a interpretação do pesquisador fornecem informações relevantes e sintéticas sobre como o sujeito compreende questões relacionadas ao tema pesquisado (Robin e Ohlsson, 1989). É importante ressaltar que as entrevistas completas não foram explicitadas, pois a disposição das entrevistas na íntegra ocuparia um grande espaço, o que inviabilizaria a exposição deste texto. Portanto, para efeitos de análise, selecionou-se no máximo duas respostas de cada sujeito para cada questão que a ele foi apresentada.

ETAPA - 4 – Análise dos dados: Esta etapa caracterizou-se pelo processo analítico dos dados, que possuiu um aspecto nitidamente qualitativo, centrado nas qualidades das falas apresentadas pelos entrevistados com deficiência visual e que foram resultantes das questões abertas a que eles foram submetidos (Lucke e André, 1986; Moreira, 1988). Na seqüência, apresenta-se a análise das entrevistas.

ANÁLISE DOS DADOS

Apresenta-se na seqüência uma análise qualitativa de concepções alternativas dos entrevistados com deficiência visual acerca de cinco temas relacionados à óptica. São eles: (1) Concepções alternativas sobre o que é a luz; (2) Concepções alternativas sobre o movimento da luz; (3) Concepções alternativas sobre a ocorrência da visão; (4) Concepções alternativas sobre o que é imagem; e (5) Concepções alternativas sobre a distinção entre espelho e vidro. Observa-se que por motivos organizacionais analíticos, as declarações encontram-se enumeradas.

(1) Concepções alternativas sobre o que é a luz:

Questão (1): E: Para você o que é a luz?

1) A:” *A luz para mim é uma claridade, algo que pode clarear mais eu acredito que ela possa escurecer, porque eu penso assim, a escuridão para mim também é uma luz, é uma forma de luz, eu acredito que a escuridão também seja uma luz, mais fosca*”.

2) B:” *Para mim é o escuro, mas para quem enxerga acho que para elas é o claro*”.

3) C: *“É o Claro, e é feita do vidro”*.

Nas concepções dos sujeitos acerca do que é a luz, pode-se observar as seguintes relações: de acordo com a concepção de (A) (declaração - 1), tanto claridade quanto escuridão são entendidas como luz. Para ele a luz seria algo que dependendo de suas características (mais ou menos fosca) pode clarear ou escurecer, por exemplo, ambientes ou lugares. Dessa forma, as características "claro" ou "escuro" de um determinado local, devem-se para (A) à presença desse "objeto" compreendido por ele como luz, distinguindo-se do conceito de "claro" como presença do "objeto luz" e escuro como ausência do "objeto luz".

O sujeito (B) relativiza o conceito de luz, atribuindo significados distintos a tal conceito (ver declaração - 2). Para ele que é cego desde o nascimento, a luz seria o "escuro" enquanto que para quem enxerga seria o "claro". Essa concepção de luz apresentada por (B) relaciona visão e claridade, e cegueira e escuridão, relação esta que pode ter sido construída socialmente, já que ele por ter deficiência visual total desde o nascimento não percebe visualmente a luz, e, portanto, não compreende claridade e escuridão da mesma forma que uma pessoa vidente ou que perdeu a visão após ter enxergado por um tempo compreende (Vigotski, 1997).

A concepção de (C) além de relacionar luz e claridade, o que de certa forma também foi feito por (B) e (A), apresenta um elemento constitutivo para a luz, isto é, o vidro (ver declaração - 3). O sujeito (C) tem baixa visão, o que lhe permite perceber visualmente a luz, distinguir por meio da visão se um determinado ambiente está claro ou escuro, reconhecer a transparência e opacidade dos objetos (o que será discutido posteriormente), e ao apresentar a explicação de que a luz é feita de vidro, relaciona luz, claridade e transparência, o que pode indicar que a escolha do objeto "vidro"

como "matéria constitutiva da luz" não foi uma escolha aleatória, e sim uma escolha influenciada por seu conhecimento visual e social acerca dos elementos "luz", "claridade", "transparência" e "vidro".

(2) Concepções alternativas sobre o movimento da luz:

Questão (2): E: Você acha que a luz se movimenta?

4) A: *"Eu acredito que sim por causa da energia, porque ela é uma energia, pelo menos eu acabei de estudar isto em ciências, mas eu acho que é algo a olho nu invisível, e em minha opinião é um movimento circular, giratório"*.

5) B: *"Eu acho que sim, e acho que ela se espalha, e vai assim meio bagunçado" (como um arame que a ele foi apresentado).*

6) C: *"Se espalha assim (para todos os lados), espalha como água, igual tipo chuva, para todo lugar"*.

Ao mesmo tempo em que a questão (2) foi apresentada oralmente a cada entrevistado, era entregue a eles os materiais da maquete (1). Utilizaram-se os seguintes materiais para representar possíveis trajetórias para a luz: Trajetória (1) espiral: Utilizou-se um arame em formato espiral; Trajetória (2) retilínea: Utilizou-se um arame em linha reta; Trajetória (3) irregular: Utilizou-se um arame em um formato irregular, semelhante a uma função seno. A escolha das trajetórias apresentadas deu-se em momentos livres de cada pesquisador, e em momentos sistematizados como reuniões nas quais cada pesquisador apresentava sua idéia. Ao entrevistado também era dada a oportunidade de indicar outros tipos de trajetórias, distintas das que a ele eram apresentadas, e tal apresentação poderia ser feita oralmente, ou gestualmente. Essas trajetórias objetivavam proporcionar aos deficientes visuais as condições para que eles mostrassem suas concepções do movimento da luz caso entendessem que a mesma se move.

O sujeito (A) inicia a resposta acerca do movimento da luz afirmando que a mesma é uma energia, e este fato é consequência direta de seus estudos. De acordo com sua declaração (declaração - 4) a relação entre luz e energia foi estabelecida, entretanto, o fato da luz se movimentar decorre da concepção que (A) possui de energia, ou seja, como algo que se movimenta, o que acarreta como consequência o movimento da luz, que por sua vez é circular (em espiral: escolha de (A) do objeto da maquete - 1) e invisível a olho nu.

Para o sujeito (B) a luz possui movimento não retilíneo (como uma função seno), espalhando-se para todos os lados a partir de um ponto (fonte geradora). Esta conclusão foi obtida, pois, por ocasião da realização da entrevista (B) ao responder a questão sobre o movimento da luz, apresentou a declaração (5) em conjunto com um movimento de abertura das mãos de dentro para fora. Já a conclusão de que o movimento da luz se dá de acordo com uma trajetória não retilínea, deu-se devido à escolha realizada por (B) do arame semelhante a uma trajetória senoidal que a ele foi entregue (maquete (1)).

O sujeito (C) movendo as mãos como (B), apresentou uma concepção semelhante à sua, ou seja, de que a luz se movimenta, espalhando-se para todos os lados em linha reta (escolha do arame reto da maquete -1). Em sua resposta, compara o movimento da luz ao espalhamento de água, como por exemplo, em "esguicho de água" ou de acordo com sua declaração (declaração - 6) como chuva. Os fatos descritos levam as seguintes suposições interpretativas: É possível que (C) tenha uma concepção de movimento da luz como algo que parte de um ponto e espalha-se em linha reta para todos os lados, e que (B) possua uma concepção semelhante à de (C) no que se refere ao espalhamento, e distinta no que se refere às características das trajetórias (retilínea para (C) e senoidal para (B)). O sujeito (A) não apresenta a concepção do espalhamento da luz a partir de um ponto, discriminando a sua concepção de trajetória da luz, semelhante a uma espiral, concepção esta que atribui ao mesmo tempo ao movimento da luz, as características de circularidade e de profundidade, característica esta (profundidade) provavelmente utilizada para satisfazer a questão de a luz partir de um local (como por exemplo, do Sol) e chegar a outro (como por exemplo, a terra).

(3) Concepções alternativas sobre a ocorrência da visão:

Questão (3): E: Qual desses quadros em sua opinião representa melhor a esquematização da visão?

7)A: “Eu acredito que a primeira (quadro - 1) seria o mais correto, primeiro eu acho que a luz do sol bate na natureza, na água, na terra num todo para que depois alcance a gente”.

8)B: “Mais ou menos eu penso que é esse daqui (quadro - 1), ou esse daqui (quadro - 2) porque é da seta para o menino, tem que voltar alguma coisa para o menino enxergar”.

9)C: “Esse (quadro - 3) a flecha está saindo dele e indo para a árvore, porque a flecha significa que ele está vendo a árvore”.

Antes de apresentar oralmente aos sujeitos a questão (3), o entrevistador entregou a eles a maquete (2) que é constituída por quatro quadros que representam possibilidades de ocorrência da visão dos objetos. Pelo fato dos entrevistados terem deficiência visual, os quadros continham representações em alto relevo para que os sujeitos pudessem observar tatilmente os elementos que os constituíam.

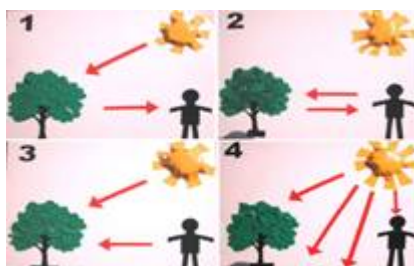


Foto (1) Quadros constituintes da maquete (2) – possibilidades para a ocorrência da visão. Os quadros apresentados foram adaptados de (GOULART, et. Al. 1989).

Cada quadro é formado pelos seguintes elementos: sol (fonte de luz), árvore (objeto) e homem (observador). O quadro (1) representa o modelo científico para a ocorrência da visão. A seta que simboliza um raio de luz, parte da fonte de luz, incide no objeto que a reflete até o observador. Os outros quadros representam modelos alternativos para a ocorrência da visão. No quadro (2) há a representação de uma seta indo do observador para o objeto e outra do objeto para o observador, sem que a fonte de luz participe. No quadro (3), há a participação da fonte de luz, contudo, o sentido da seta parte do observador para o objeto, e no quadro (4) as setas não relacionam diretamente observador e objeto, elas apenas partem da fonte de luz sem atingir ao observador. Os sujeitos observavam tatilmente os quatro quadros procurando identificar nos mesmos os elementos centrais que os constituíam (Representação em alto relevo dos seguintes elementos: sol, árvore, homem e setas: ver foto- 1). O entrevistador explicou aos sujeitos os significados das representações em alto relevo, bem como, que o sentido das setas se alterava em cada quadro, fato este logo percebido pelos sujeitos. Assim que o sujeito identificava tatilmente os elementos dos quadros, o entrevistador apresentava-lhe oralmente a questão (3).

As concepções de (A) e (B) são semelhantes por considerarem que para que ocorra a visão "algo" deve voltar até o menino representado nos quadros. Esse "algo" é apresentado explicitamente por (A) como sendo a luz (ver declaração - 7), enquanto que para (B) esse "algo" não é apresentado de maneira explícita (ver declaração - 8). Existe, entretanto uma distinção nas concepções de visão dos sujeitos (A) e (B), ou seja, para (A) a ocorrência da visão da árvore está relacionada ao "caminho" percorrido pela luz até chegar aos olhos do menino do quadro (o que justifica a escolha do quadro - 1), enquanto que para (B) a visão da árvore por parte do menino depende apenas da chegada do "algo" até ele (o que justifica a escolha dos quadros - 1 e 2). Em outras palavras, a concepção de visão de (A) fundamenta-se na necessidade da existência de uma fonte luminosa (no caso o Sol) e num sentido para a trajetória da luz produzida pela fonte (da fonte para o objeto e depois para o observador). Para (B) a ocorrência da visão não encontra-se necessariamente ligada a presença da fonte de luz. De acordo com sua concepção, para que ocorra a visão do objeto, "algo" precisa chegar ao observador, sem necessariamente ter que ser proveniente de uma fonte, e isto fica explícito na

ênfase que (B), mesmo ao escolher o quadro (1), da para o sentido da seta "é da seta para o menino" (declaração - 8) e na escolha que (B) fez do quadro (2), quadro que descarta a participação da fonte luminosa no fenômeno da visão. A distinção entre as concepções de (A) e (B) estaria ligada ao fato de (B) nunca ter percebido visualmente a luz?

Por outro lado, a concepção de (C) não apresenta semelhanças às dos sujeitos (A) e (B). Para ele, a visão está relacionada a algo que deve sair do observador e ir de encontro ao objeto. Em sua declaração (declaração - 9), (C) não explicita a importância da fonte luminosa para a visão (apesar de ter escolhido o quadro - 3), destacando que: "a flecha está saindo dele e indo para a árvore, porque a flecha significa que ele está vendo".

Buscando uma síntese, de acordo com o referencial do desenvolvimento histórico do tema "visão", destaca-se que alguns modelos propostos assemelham-se à concepção apresentada por (C). Por exemplo, a noção aceita na Grécia antiga era da visão como um "fluxo visual", algo que saía dos olhos e ia até o objeto. Já as concepções apresentadas por (A) e (B) assemelham-se ao modelo do estudioso árabe Alhazen (965 a 1039) que afirmava que a luz caminhava do objeto ao olho do observador (GIRCOREANO, 1997).

(4) Concepções alternativas sobre o que é a imagem:

Questão (4): E: Na sua opinião, o que é uma imagem?

10) A: "Uma imagem para mim pode ser tudo aquilo que se reflete, aquilo que eu estou vendo que é a olho nu".

11) B: "É como a Nossa Senhora, né?"

12) E: "Mas se você colocar a Nossa Senhora na frente do espelho, dentro do espelho vai formar uma nossa Senhora".

13) B: "É mesmo! Eu não sabia!".

14) C: "Uma estátua, o que aparece no espelho é um reflexo".

As respostas de (A), (B) e (C) à questão (4) explicitam algumas das características da deficiência visual de cada sujeito. Fazendo uma retrospectiva, (A) perdera a visão à aproximadamente 12 anos, (B) nasceu cego e não tem a percepção visual da luz, e (C) tem baixa visão. Em outras palavras, a interpretação que cada sujeito deu à questão: "O que é uma imagem?" seguiu dois padrões distintos, sendo um determinado por um referencial conceitual visual, e o outro por um referencial conceitual tátil.

Note-se que (A) constrói sua resposta ao conceito de imagem junto aos elementos: "reflete" e "vendo a olho nu", elementos objetivos e significativos à pessoa que vê, ao indivíduo que observa por meio da visão. Já para (B) e (C), sujeitos que nasceram com a deficiência visual, o estabelecimento direto da relação entre o conceito de imagem e a ação de ver, ou característica visual, não é trivial. Pelo contrário, quando submetidos à questão (4), os sujeitos (B) e (C) relacionaram a idéia de imagem ao conceito de imagem de um santo, ou ao de uma estátua, conceitos estes construídos social e observacionalmente sobre referenciais não só visuais, como também táteis. Dito de outro modo, a palavra imagem é empregada socialmente tanto para expressar "algo" que é observado apenas visualmente em um espelho, na televisão etc., como também para expressar "objetos" que não são observados apenas visualmente, como é o caso das estátuas ou de santos.

No contexto abordado, pode-se supor que as respostas dos sujeitos tomaram a direção apresentada principalmente pelo aspecto observacional, que para (A), sujeito que enxergou perfeitamente até os 24 anos, relacionou-se trivialmente com o visual, e para (B), e (C), relacionou-se com o tátil. Ou seja, (A) estabeleceu relações de pensamento entre a palavra "imagem" e "formas visuais imagem" como em espelhos ou TV, enquanto que (B) e (C) (principalmente - B) estabeleceram relações de pensamento não visuais entre a palavra "imagem" e "formas táteis" como são os casos das estátuas ou de santos. Fica evidente para o caso do sujeito (B) que ele não sabia o que representa uma imagem em um espelho (ver declarações: 11, 12, 13). Tais declarações representam um diálogo entre (B) e o entrevistador, e evidenciam um certo sentimento de espanto do sujeito (B) ao receber a informação do entrevistador acerca da formação de imagens em um espelho (declarações: 12 e 13). Para (C) aquilo que aparece em um espelho denomina-se "reflexo", e é distinto de uma "imagem" que estaria relacionada a estátuas etc. Não obstante, pelo fato de (C) possuir baixa visão, o que lhe permite ver "vultos", e possivelmente reconhecer imagens em um espelho, seja possível concluir que a relação estabelecida por ele entre "imagem" e

"estátua" estaria influenciada principalmente por aspectos de ordem social acerca do conceito "imagem", e da não relação estabelecida por ele naquele momento entre o mencionado conceito e a observação visual de "formas imagem" em espelhos. Entretanto, como será apresentado na seqüência, (C) utilizará a palavra "imagem" ao argumentar sobre espelhos e vidros (ver declaração - 17).

(5) Concepções alternativas sobre a distinção entre espelho e vidro.

Questão (5): E: Na sua opinião, qual é a diferença entre um espelho e um pedaço de vidro?

15) A: *"O espelho ele reflete algo, o vidro não, ... ele não faz a mesma coisa que o espelho"*.

16) B: *"O espelho também é vidro, não tem diferença entre eles"*.

17) C: *"O vidro é transparente, da para ver do outro lado, o espelho não é transparente, na frente dele é colorido e brilhante, atrás é branco, a imagem não passa para o outro lado, fica ali mesmo"*.

Nas respostas apresentadas pelos sujeitos para a questão (5), fica evidente novamente a influência do fator observação visual nas concepções dos sujeitos acerca da interação luz/matéria ocorrida entre a luz e os objetos: "espelho" e "vidro".

Para (A), o que diferencia um espelho de um vidro é a propriedade de "refletir algo", propriedade esta intrínseca ao espelho e não ocorrente nos vidros. Destaca-se que este "algo" abordado por (A) em sua argumentação (ver declaração - 15) não é relacionada pelo mesmo à luz.

Por outro lado, sua concepção de "reflexão" pode estar associada a idéia de "volta", "retorno" do "algo" após este ter incidido no espelho, ocorrência não verificada pelo sujeito, enquanto era vidente, nos vidros.

Em relação ao sujeito (C), embora este tenha declarado anteriormente que uma imagem refere-se a uma "estátua" (declaração - 14), ao apresentar sua explicação acerca da distinção de um espelho e um vidro, usa esta palavra para referir-se a aquilo que o espelho não deixa passar para o outro lado e que o vidro não tem a capacidade de segurar (ver declaração - 17). Neste sentido, diferentemente de (A) a concepção de reflexão de (C) pode estar fundamentada a uma certa "capitação" da "imagem", e não a um certo "retorno" do "algo" como foi o caso de (A): "a imagem não passa para o outro lado, fica ali mesmo" (declaração- 17). Além disso, (C) atribui a propriedade da transparência aos vidros, e usa tal propriedade para distingui-lo de um espelho, distinção esta bastante comum aos que vêem esses objetos (declaração - 17).

Para (B) não há distinção entre um espelho e um vidro. Quando questionado acerca de tal distinção, sua resposta é categórica e direta no sentido da afirmação de que ambos são iguais (ver declaração - 16). O fato mencionado pode conduzir à conclusão de que este sujeito não constrói concepções acerca da distinção entre espelhos e vidros sobre referenciais visuais. Ele pode construir concepções acerca da mencionada distinção, tendo como base referenciais observacionais táteis, por exemplo, tocar em vidros e espelhos, e sociais, por exemplo, falar com pessoas de seu convívio sobre estes objetos. Em relação à influência do referencial tátil para a concepção da distinção de um vidro e um espelho, cabe o seguinte comentário: se uma pessoa é cega de nascimento, e, portanto, nunca viu um vidro e um espelho, e para observá-los toca-os com as mãos, o que ele perceberá estará relacionado com as percepções táteis próprias do contato de suas mãos com estes objetos; ou seja; trocam de calor, propriedades relacionadas ao atrito, formato dos objetos, etc. Essas sensações não visuais darão a esta pessoa uma série de "pistas" táteis que serão úteis a ela tanto para o reconhecimento futuro desses objetos, para o estabelecimento de distinções entre eles, quanto para a influência da construção de concepções acerca de fenômenos relacionados aos mencionados objetos. Se agora a análise da distinção acerca de um espelho e um vidro for realizada sobre o referencial social, pode-se verificar que o sujeito (B) vive em uma sociedade formada por uma maioria de pessoas videntes, e que, portanto, observam fenômenos ocorrentes nos vidros e nos espelhos distintos dos fenômenos que ele observa. O fato do convívio social entre o sujeito cego e pessoas videntes conduz a reflexão analítica desse tema a duas vertentes: (1) diálogos, e (2) ações práticas). Acerca da vertente "diálogos" é possível que (B) em seu processo de comunicação, tenha falado com pessoas videntes, ou tenha ouvido de indivíduos que enxergam temas ligados à vidros e espelhos,

comunicações estas que poderiam exigir de (B) momentos de análises e reflexões para a compreensão dessas informações. Exemplo: "Fulano, use o espelho para pentear o cabelo" (possível declaração de sua mãe a um suposto irmão seu), "você viu, a pedra trincou o vidro da frente do carro e o motorista teve que parar porque não conseguia ver a estrada" (possível diálogo ouvido por ele de amigos ou parentes).

Acerca da vertente: "ações práticas" é possível que (B) tenha participado de situações nas quais havia a interação dele próprio, e de pessoas videntes com os objetos considerados, participação esta que poderia exigir de (B) momentos de análises e reflexões para a compreensão dessa situação. Exemplo: "cuidado com o espelho!" (alerta de sua mãe - supostamente - para que (B) não colida com um espelho em uma loja), "Por favor, feche o vidro do carro que o vento está vindo em meu rosto" (possível solicitação de (B) ao motorista de um carro que o conduz).

Portanto, conclui-se que as características de tais diálogos e ações práticas podem influenciar as concepções de uma pessoa cega de nascimento acerca da distinção entre um espelho e um vidro. Se esses diálogos e ações práticas forem de intensidade tal que conduzam o sujeito cego ao estabelecimento de análises e reflexões acerca do que ele observa tatilmente e o que participa socialmente, entende-se que é possível à este sujeito a construção de uma concepção, que não fundamentada em representações visuais desses objetos, estabeleça distinções entre eles. Entretanto, a comunicação de compreensões entre pessoas videntes e cegas acerca da distinção de espelhos e vidros será sempre de difícil ocorrência, visto que, este tipo de comunicação deve se dar em níveis de representações intrínsecas à cada pessoa.

Em relação à concepção de (B), contida na declaração (16), verifica-se que este sujeito não estabelece distinções entre os objetos mencionados, o que pode indicar que sua concepção acerca deste tema venha sendo influenciada e construída sobre o fundamento da observação tátil, já que ele demonstra desconhecer propriedades como "transparência" e "reflexão".

CONCLUSÃO

O presente artigo abordou uma análise qualitativa de concepções alternativas de três pessoas com deficiência visual sobre conceitos relacionados à óptica. A análise apresentada representa um estudo inicial que objetiva orientar a elaboração de atividades de óptica para contextos inclusivos de ensino, contextos estes que contemplem a presença de alunos com deficiência visual e videntes. Nesse sentido, as análises efetuadas em conjunto com as características da deficiência visual apresentadas pelos entrevistados, indicaram um aspecto observacional/interpretativo de fenômenos ópticos por parte dos entrevistados, que se supõe, não pode ser desprezado em ações elaborativas e de condução prática de atividades de ensino desse conteúdo para alunos com a mencionada deficiência. Em outras palavras, a percepção visual da luz em contraposição a não percepção visual da luz são fatores indicativos de ações elaborativas e mediadoras de atividades de óptica, isto é, se um aluno tem deficiência visual, o conhecimento por parte do professor acerca das características dessa deficiência é relevante para o processo de transposição didática entre o conteúdo (óptica) e o discente, realizado pelo docente. Saber se o aluno com deficiência visual tem baixa visão, se é cego, na hipótese de ser cego, se reconhece ambientes claros e escuros, se nasceu cego, se perdeu a visão em algum momento de sua vida, são informações prévias norteadoras de processos de comunicação entre docente e discente, discente com deficiência visual e sem deficiência visual, e de interface entre conteúdo e discente. Neste contexto, pode-se dividir as pessoas com deficiência em dois grupos a saber: os que percebem ou já perceberam visualmente a luz, e aqueles que nunca à perceberam visualmente. Observa-se que a expressão: "pode-se dividir as pessoas com deficiência em dois grupos" não está sendo empregada aqui no sentido de propostas relacionadas à educação segregada como a divisão de alunos em sala de aula distintas ou grupos de estudo distintos, e sim, no sentido de que a observação visual de alguns fenômenos ópticos influencia o conhecimento prévio do aprendiz acerca desse fenômeno, e conseqüentemente, as relações que ele, em um episódio de ensino, pode estabelecer entre o referido conhecimento prévio e os novos conhecimentos.

Para o caso de pessoas que percebem ou já perceberam visualmente a luz, como os entrevistados (A) e (C), identificam-se componentes visuais em suas concepções alternativas, como por exemplo os componentes transparência e opacidade dos materiais, claro e escuro, imagem em espelhos, componentes estes que revelam um certo "conhecimento visual empírico" desses fenômenos, conhecimento este que em conjunto com a significação construída socialmente por pessoas que em sua maioria são videntes, dão sentido aos objetos ou fenômenos ópticos. Para pessoas que nunca observaram visualmente a luz, como o entrevistado (B), os componentes mencionados não são construídos a partir de relações observacionais visuais empíricas, e sim de referenciais sociais, em conjunto com outras formas de observação. Em outras palavras, essas pessoas "não possuem em suas cabeças" representações visuais de alguns fenômenos ópticos, como os de transparência, opacidade, cores, imagens em espelhos, etc, sendo que a construção do conhecimento que tais indivíduos fazem de fenômenos como os mencionados se dá das interações sociais. Segundo Vigotski (1997) os cegos de nascimento não percebem a luz da mesma maneira que os que enxergam com os olhos tapados a percebem, isto é, eles não sentem e nem experimentam diretamente que não têm visão, portanto, o "ver a luz" tem um significado prático e pragmático para o cego e não um significado instintivo-orgânico, o que significa que eles sentem a deficiência visual de um modo indireto, refletido unicamente nas consequências sociais. Neste contexto, Leontiev et. al. (1988), apontam que "embora os conceitos e os fenômenos sensíveis estejam inter-relacionados por seus significados, psicologicamente eles são categorias diferentes de consciência". Esta idéia está fundamentada no conceito de funções psicofisiológicas, que vêm a ser as funções fisiológicas do organismo. O grupo inclui as funções sensoriais, as funções mnemônicas e as funções tônicas. Nenhuma atividade psíquica pode ser executada sem o desenvolvimento dessas funções que constituem a base dos correspondentes fenômenos subjetivos de consciência, isto é, sensações, experiências emocionais, fenômenos sensoriais e a memória, que formam a "matéria subjetiva", por assim dizer, a riqueza sensível, o policromismo e a plasticidade da representação do mundo na consciência humana. Assim, de acordo com Leontiev et. al. (op. cit.), "se mentalmente excluirmos a função das cores, a imagem da realidade em nossa consciência adquirirá a palidez de uma fotografia branca e preta. Se bloquearmos a audição, nosso quadro do mundo será tão pobre quanto um filme mudo comparado com o sonoro. Por outro lado, uma pessoa cega pode tornar-se cientista e criar uma nova teoria, mais perfeita, sobre a natureza da luz, embora a experiência sensível que ela possa ter da luz seja tão pequena quanto aquela que uma pessoa vidente tem sobre velocidade, frequência e comprimento de onda da luz".

Dessa forma, no caso de alunos com deficiência visual que observam ou já observaram visualmente a luz, as relações entre alguns fenômenos ópticos estabelecidas com colegas e o professor, podem ser efetuadas de maneira concreta, visto que essas ações ocorrerão acerca de objetos cujo a representação cognitiva se dará sobre referencial observacional comum, ou seja, o visual. Em outras palavras, o tratamento por parte do docente de temas como "o transparente do vidro", o "escuro da sala" o "azul do céu" a "imagem no espelho" etc, se dará sobre referenciais observacionais visuais conhecidos desses alunos, e portanto, pode haver o estabelecimento de diálogos, relações causais e problematização concreta dos referidos fenômenos.

Para situações de ensino que envolvem a presença de alunos cegos de nascimento e que não percebem visualmente a luz, e que portanto, não possuem representações visuais de alguns fenômenos ópticos (como os mencionados) em suas estruturas de pensamento, as relações entre esses fenômenos ópticos estabelecidas com colegas e o professor, se darão no campo da representação social dos significados conceituais desses fenômenos. Isto implica dizer que ações diretas de ensino são necessárias no sentido de que esclarecimentos devam ser feitos ao aluno cego, tanto por parte do professor, quanto por parte de colegas videntes, acerca da ocorrência concreta de alguns fenômenos ópticos. Dizendo de outro modo, entende-se que será necessário quando por ocasião do ensino para alunos cegos de nascimento de fenômenos como "formação de imagens em espelhos", "reflexão da luz", "refração da luz" etc, a prática da ação concreta de informar ao discente cego acerca do que está ocorrendo. É necessário portanto, a elaboração de interfaces não visuais eficazes, que bem esclarecido, não fornecerão representações visuais ao aluno cego, mas poderão por meio de

princípios de analogias, contribuir à produção de um processo comunicativo entre deficiente visual e vidente, processo este que em conjunto com as representações sociais acerca do fenômeno estudado, poderão facilitar a compreensão desse fenômeno por parte do discente cego.

Finalizando, destaca-se a importância que ambientes de ensino inclusivos adquirem na perspectiva do ensino de conceitos Físicos. Tais ambientes por valorizarem a diversidade humana (Mantoan, 2003), parecem ser adequados para o desenvolvimento de atividades que envolvam conceitos da óptica, visto que, as interações sociais entre alunos com deficiência visual e videntes, em conjunto com uma mediação docente que respeitando as diferenças de percepção entre os discentes, encontre tratamentos pedagógicos convergentes, podem qualificar a aprendizagem de física de todos os alunos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A. J. O planejamento de pesquisas qualitativas em educação. **Caderno de Pesquisa, Fund. Carlos Chagas, São Paulo, (77): 53-61, maio 1991.**

BOGDAN, R; BIKLEN, S. K. Investigação em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. **Porto: Porto Ed. 336p., 1994.**

CAMARGO, E. P. O ensino de Física no contexto da deficiência visual: elaboração e condução de atividades de ensino de Física para alunos cegos e com baixa visão. **Campinas, Tese. Doutorado em Educação, FACULDADE DE EDUCAÇÃO, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2005.**

CAMARGO, E. P. O ensino de física e os portadores de deficiência visual: aspectos da relação de suas concepções alternativas de repouso e movimento com modelos históricos. **In: anais eletrônicos: 8º Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (8º EPEF). Águas de Lindóia. 2002.**

CAMARGO E. P., SCALVI L. V. A., Braga T. M. S. O Ensino de Física e os Portadores de Deficiência Visual: Aspectos Observacionais Não-Visuais de Questões Ligadas ao Repouso e ao Movimento dos Objetos. **In: NARDI, R. (Org.), Educação em Ciências da Pesquisa à Prática docente, Ed. Escrituras, V. 3, p. 117 - 133, 2001.**

CAMARGO, E.P. Considerações sobre o ensino de física para deficientes visuais de acordo com uma abordagem sócio-interacionista. **In: anais eletrônicos: III Encontro de Pesquisa em Ensino de Ciências (III ENPEC). ABRAPEC, Associação brasileira de pesquisa em ensino de ciências, Atibaia-SP, 2001.**

CAMARGO, E. P., SCALVI L. V. A., BRAGA T. M. S., Concepções Espontâneas de Repouso e Movimento de uma Pessoa Deficiente Visual Total. **In: Caderno Catarinense de Ensino de Física, Vol. 27, nº3, pág. 307-327, Dez. 2000. Sim Camargo e Scalvi 2000 caderno catarinense**

CAMARGO, E. P. Um estudo das concepções alternativas sobre repouso e movimento de pessoas cegas. **Bauru, 218 p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Campus de Bauru, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2000.**

CARAMAZZA, A. McCLOSKEY, M. e GREEN, B. Naive beliefs in "sophisticated" subjects: misconceptions about trajectories of objects. **Cognitions, v. 9, p.117-123, 1981.**

DE LA ROSA, C. Common sense knowledge in optics: Preliminary results of an investigation into the properties of light. **European Journal of Science Education. V.6, n.4, p.387-397, 1984.**

DRIVER, R. e EASLEY, J. Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. **Studies in Science Education**, v. 10, p. 37-70, 1978.

ECKSTEIN, S. G. e SHEMESH, M. Stage Theory of the development of alternative conceptions. **Journal of research in science teaching**. V. 30, n. 1. p. 45-64, 1993.

FURIO, C. Un curriculum de Física y Química para EEMM basado en la investigación didáctica. **Primeros resultados. Actas de las IV Jornadas de Investigación en la Escuela. Sevilla, 1986.**

GILBERT, J. K. OSBORNE, R. J. e FENSHMAN P. J. Children's Science and its consequences for teaching. **Science Education**, v. 66, n.4, p. 623-633, 1982.

GIORDAN, A. Interés didáctico de los errores de los alumnos. **Enseñanza de las Ciencias**, v.3 , n.1, p.11-17, 1985.

GIRCOREANO, J. P. O ensino de óptica e as concepções sobre luz e visão. **Instituto de Física da USP. (Dissertação, mestrado), 1997.**

GOULART, S. M.; DIAS, E.C.N.; BARROS, S.L.S. Conceitos espontâneos de crianças sobre fenômenos relativos à luz: análise qualitativa. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 6, n. 1, p. 9-20, 1989.

GRANDA, A. Esquemas conceptuales previos de los alumnos en Geología. **Enseñanza de las Ciencias**, v.6, n.3, p. 239-243, 1988.

JIMENEZ, M.P. Preconceptos y esquemas conceptuales en Biología. **Enseñanza de las Ciencias**, v.5, n.2, p. 165-167, 1987.

LEONTIEV, A. N. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. **In: VIGOTSKI L. S., LURIA, A. R., LEONTIEV, A. N.** Linguagem desenvolvimento e aprendizagem. São Paulo. p. 59-83, 1988.

LOCHHEAD, J. e DUFRESNE, R. Helping students understanding difficult science concepts through the use of dialogues with history. **The History and Philosophy of Science in Science Teaching**. p. 221-229, 1989.

LUCKE, M. e ANDRÉ, M.E.D.A. Pedagogia em Educação: Abordagens Qualitativas. São Paulo, EPU, 1986.

MACEDO, B. e SOUSSAN, G. Estudio de los conocimientos preadquiridos sobre las nociones de calor y temperatura en alumnos de 11 a 15 años. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 3, n.2, p. 83-91, 1985.

Mantoan, M. T. E. Inclusão Escolar: O que é? Por quê? Como fazer? **Ed. Moderna, São Paulo, Coleção Cotidiano escolar, 96 Pg. (2003).**

McDERMOTT, L. C. Research on conceptual understanding in mechanics. **Physics Today**. Julho, p. 24-34, 1984.

MOREIRA, M.A Alguns Aspectos das Perspectivas Quantitativas e Qualitativas à Pesquisa Educacional e suas Implicações para a Pesquisa em Ensino de Ciências. **Porto Alegre, Publicação do Instituto de Física da UFRGS, 1988.**

OSBORNE, R. e WITTRICK, M. Learning Science: a generative process. Science Education, v. 67, p. 490-508, 1983.

PÉREZ, D. G.; ALÍS, J. C.; DUMAS-CARRÉ, A.; MAS C. F.; GALLEGO, R.; DUCH, A. G.; GONZÁLEZ, E.; GUIASOLA, J.; MARTÍNEZ-TORREGROSSA, J.; CARVALHO, A. M. P.; SALINAS, J.; TRICÁRIO, H. VALDÉS. Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? Enseñanza de la ciencia, v.18, n.1, 1999.

POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W. & GEORTZOG, W. A. Accommodation of a specific conception: towards a theory of conceptual change. Science Education. V. 66, n.2, p. 211-227, 1982.

ROBIN, N. & OHLSSON, S. Impetus then and now: A detailed comparison between Jean Buridan and a single contemporary subject. The History and Philosophy of Science in Science Teaching. 1989. p. 292-305.

SEBASTIA, J. M. Fuerza y movimiento: la interpretación de los estudiantes. Enseñanza de las Ciencias, v.2, n.3, p. 161-169, 1984.

VARELA, P. Selección bibliográfica sobre esquemas alternativos de los estudiantes en electricidad. Enseñanza de las Ciencias, v. 7, n.3, p. 292-295, 1989.

VIENNOT, L. e KAMINSKY. Participation des maîtres aux modes de raisonnement des élèves, Enseñanza de las Ciencias, v. 9, n.1, p. 3-9, 1991.

VIGOTSKI, L. S. Fundamentos de defectologia: El niño ciego. In: Problemas especiales da defectologia. Havana: Editorial Pueblo Y Educación, p. 74-87, 1997.

WHEATLEY, G.H. Construtivist Perspectives on Science and Mathematics Learning. Science Education, v. 75, n. 1, p. 9-21, 1991.