

# Panorama Geral das Dificuldades e Viabilidades Para a Inclusão do Aluno com Deficiência Visual em Aulas de Óptica

EDER PIRES DE CAMARGO<sup>1</sup> e ROBERTO NARDI<sup>2</sup>

*1 Departamento de Física e Química da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Ilha Solteira e Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência (Área de Concentração: Ensino de Ciências) da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"-Bauru, ([camargoep@dfq.feis.unesp.br](mailto:camargoep@dfq.feis.unesp.br))*

*2 Departamento de Educação e do Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência (Área de Concentração: Ensino de Ciências) da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"- ([nardi@fc.unesp.br](mailto:nardi@fc.unesp.br))*

**Resumo.** O presente texto encontra-se inserido dentro de um estudo que busca compreender quais são as principais barreiras e alternativas para a inclusão de alunos com deficiência visual no contexto do ensino de física. Apresenta e discute as dificuldades e viabilidades para a participação efetiva do aluno cego de nascimento em aulas de óptica. Por meio de análise de conteúdo, identifica quatro classes funcionais implicadoras de dificuldades e seis de viabilidades. Essas classes foram as seguintes: dificuldade: comunicação, segregativo, experimento e operação matemática. Viabilidade: comunicação, experimento, operação matemática, apresentação de modelos, utilização de materiais e apresentação de hipóteses. Como se nota, algumas classes estiveram presentes entre as dificuldades e viabilidades e outras não. Dessa forma, o que categorizou uma classe como dificuldade e/ou viabilidade foram suas características intrínsecas (linguagem e contexto). Como conclusão, enfatiza a importância da criação de ambientes comunicacionais adequados, a função inclusiva do elemento interatividade, bem como, a necessidade da destituição de ambientes segregativos no interior da sala de aula.

**Abstract.** This article is aimed at understanding which the most important difficulties and alternatives to include students with visual impairments in physics classes are. It presents and discusses the difficulties and viabilities of having a born blind student effectively attend optics classes. Using content analysis, this experiment identifies four functional classes which might correspond to difficulties and six which refer to the viabilities. The classes correspond to the following: Difficulty: communication, segregation, experiment and mathematics. Viability: communication, experiment, mathematics, pattern presentation, material use and hypothesis presentation. As observed, some of the classes were among the difficulties and viabilities and others were not. For this reason, the class intrinsic features (language and context) have characterized them as difficulty and/or viability. Therefore, the importance of appropriate communicative environments, the including role of the interactivity element, as well as the need for destitution of segregation environments inside classroom, are emphasized.

**Palavras-chave:** ensino de física, inclusão, deficiência visual, óptica, participação efetiva

**Keywords:** physics teaching, inclusion, visual impairment, optics, effective participation

## I. Introdução

A presença de alunos com necessidades especiais nos bancos escolares brasileiros é crescente nos últimos dez anos, fato que reflete os efeitos de legislações, parâmetros e diretrizes para a educação especial nacional (BRASIL, 1996, 1998 e 2001), bem como, dos movimentos e manifestos de organizações internacionais de pessoas com deficiências (UNESCO, 1994). Embora a referida presença não garanta a inclusão desses alunos, sem ela, consolidam-se padrões e normas de uma sociedade excludente. A crise que se estabelece devido ao fato de alunos com deficiências frequentarem a escola regular, é muito bem vinda, pois, questiona e movimenta práticas educacionais consolidadas e converge o interesse investigativo para as dificuldades oriundas da nova realidade social da escola. . Por outro lado, a constatação da crise não é suficiente, na medida em que o contexto escolar necessita de modificações em suas estruturas física, metodológica, etc, e

os professores necessitam de formação inicial e continuada a fim de tornarem-se aptos ao exercício da docência em ambientes inclusivos.

A inclusão norteia-se por valores éticos como: a aceitação das diferenças individuais, a valorização de cada pessoa, a convivência dentro da diversidade humana, a aprendizagem através da cooperação (SASSAKI, 1999). Efetiva-se por meio de três princípios gerais, a presença do aluno com deficiência na escola regular, a adequação da mencionada escola às necessidades de todos os seus participantes, e a adequação, mediante o fornecimento de condições, do aluno com deficiência ao contexto da sala de aula (SASSAKI, op. cit.). Implica numa relação bilateral de adequação entre ambiente educacional e aluno com deficiência, em que o primeiro gera, mobiliza e direciona as condições para a participação efetiva do segundo (MITTLER, 2003). A participação efetiva é entendida em razão da constituição de uma dada atividade escolar que da ao aluno com deficiência, plenas condições de atuação. A participação efetiva, pode, portanto, servir como parâmetro sobre a ocorrência ou não de inclusão, além de explicitar as reais necessidades educacionais do aluno com deficiência.

A compreensão de inclusão como participação efetiva torna-a objetiva, evidencia as reais dificuldades e viabilidades encontradas por professores e alunos, e explicita variáveis específicas ligadas ao fenômeno educacional e às características da deficiência. Em outras palavras, a idéia de participação efetiva enfatiza as relações: tipo de deficiência/inclusão, características do conteúdo ensinado/inclusão, a utilização de recursos instrucionais/inclusão, tipo de interação docente-discentes/inclusão, perfil comunicativo em sala de aula/inclusão, etc. Nesse contexto, a implantação de ambientes inclusivos deixa de ser abstrata e subjetiva, já que, coloca em discussões variáveis específicas tornadas genéricas do ponto de vista teórico (MANTOAN, 2003). De fato, a inclusão escolar deve orientar-se por princípios gerais como os apontados por Sasaki (op. cit.), e por saberes específicos atrelados ao tipo de deficiência e conteúdo ensinado. A busca por uma didática inclusiva não é simples, deve respeitar e superar os modelos pedagógicos gerais enfatizando o impacto das variáveis específicas na implantação de uma educação para todos. Concluir que incluir alunos com deficiências em aulas de física, química, biologia, matemática, história, língua portuguesa, etc, deve ir além dos princípios gerais, é reconhecer a necessidade do investimento em pesquisas que revelem propriedades ativas das variáveis específicas.

A partir do exposto, o presente texto identifica, classifica e analisa algumas das dificuldades e viabilidades para a inclusão do aluno com deficiência visual em aulas de física que enfocaram temas ópticos. Para tanto, tomou-se como parâmetro a participação efetiva desse discente nas atividades. A participação efetiva é avaliada em função da relação: discente com deficiência visual/ conteúdos conceituais e procedimentais de óptica (COLL apud ZABALA, 1998). Segundo esse

autor, os conteúdos de ensino são compreendidos em termos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Como explica Zabala (op. cit.), os conteúdos conceituais estão relacionados ao conhecimento de fatos, conceitos e princípios, os procedimentais ligados às regras, técnicas, habilidades, e os atitudinais a valores, atitudes, princípios éticos. Em outras palavras, conteúdos conceituais relacionam-se ao saber, os procedimentais ao saber fazer, e os atitudinais ao ser (ZABALA, op. cit.).

Em relação aos conteúdos atitudinais, várias pesquisas indicam que a presença do aluno com deficiência em uma classe regular contribui positivamente ao desenvolvimento de valores de caráter colaborativo, de respeito às diferenças, ligados à construção de uma sociedade menos excludente e para a identificação de uma natureza humana heterogênea (CARVALHO E MONTE, 1995). Esse é o motivo pelo qual, no presente texto, as atenções sobre o processo de inclusão estão voltadas à participação efetiva do aluno com deficiência visual naquelas atividades próprias ao ensino de conteúdos conceituais e procedimentais de óptica. Em outras palavras, serão discutidos os problemas reais oriundos da relação docente/discente com deficiência visual, discentes com e sem deficiência visual, discente com deficiência visual/conhecimento de óptica, discente com deficiência visual/atividades experimentais, discente com deficiência visual/operações matemáticas, etc.

## **II. O contexto das atividades.**

Sob a coordenação de um grupo de licenciandos (grupo de óptica), foram aplicadas quatro atividades de ensino de óptica em ambiente educacional que contou com a presença de alunos com e sem deficiência visual. As atividades ocorreram no Colégio Técnico Industrial Prof. Isaac Portal Roldán (Bauru, Estado de São Paulo). Essas atividades faziam parte de um curso de extensão denominado “O Outro Lado da Física” oferecido pelo curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual Paulista (campus de Bauru) durante o segundo semestre de 2005. Além de óptica, esse curso também contemplou aulas de eletromagnetismo, mecânica, termologia e física moderna. A organização para a aplicação dos módulos de ensino ocorreu em duas etapas, momento preparatório e momento de definição do ambiente educacional.

O momento preparatório caracterizou-se por duas atividades básicas realizadas no primeiro semestre de 2005: planejamento de módulos e materiais de ensino e discussão reflexiva de temas inerentes ao ensino de física e à deficiência visual.

No início do primeiro semestre (na disciplina: prática de ensino de física) foi solicitado aos licenciandos para que se dividissem aleatoriamente em cinco grupos de acordo com os temas físicos

anteriormente mencionados (planejamento de módulos e materiais de ensino). Assim que os grupos ficaram definidos, foi apresentado a eles o seguinte problema educacional:

“Vocês devem elaborar um mini-curso de 16h sobre o tema físico que seu grupo escolheu, sendo que as atividades de ensino de física constituintes do mini-curso devem ser adequadas às especificidades educacionais de alunos com e sem deficiência visual”.

Nos encontros seqüentes (discussão reflexiva) foram abordados temas inerentes ao ensino de física e à deficiência visual (CAMARGO, 2000 e 2005). Dois foram os coordenadores dessas discussões: (a) docente responsável pela disciplina “Prática de Ensino de Física” (segundo autor desse trabalho) e (b) pesquisador de pós-doutorado (primeiro autor desse trabalho). Destaca-se que o coordenador (b) possui experiência com a temática do ensino de física/deficiência visual pelos seguintes motivos: (1) é deficiente visual e docente de física. Isto lhe confere uma experiência prática como aluno e professor de física com deficiência visual; (2) desenvolveu pesquisas de mestrado e doutorado acerca da temática aqui enfocada.

Os licenciandos definiram que as atividades constituiriam um curso de extensão a ser oferecido pela UNESP para uma determinada escola da rede regular de ensino de Bauru. A escolha do CTI deu-se por quatro fatores: (a) o CTI é um colégio vinculado à UNESP; (b) existência de boas relações entre a mencionada instituição e a UNESP de Bauru; (c) cursos semelhantes já haviam sido aplicados com sucesso no CTI; (d) proximidade entre o CTI e a UNESP. Tal proximidade facilitou o deslocamento dos licenciandos.

No início do segundo semestre de 2005, os licenciandos iniciaram um período de divulgação junto aos alunos da mencionada instituição. O CTI oferece cursos técnicos de mecânica, eletrônica e processamento de dados, bem como, o ensino médio propedêutico. Estudam no CTI alunos da cidade e da região de Bauru com idade média de 15 anos. O número de vagas para a participação dos alunos do CTI no curso “O Outro Lado da Física” foi de trinta e cinco, sendo que o número de inscritos foi de aproximadamente setenta alunos. A escolha dos trinta e cinco participantes videntes deu-se por sorteio. Dessa forma, os alunos oriundos do CTI e participantes do curso eram provenientes dos três anos do ensino médio (profissionalizante e propedêutico).

Paralelamente ao processo de divulgação descrito, entrou-se em contato com a Escola Estadual Mercedes P. Bueno, localizada na cidade de Bauru – SP, a fim de convidar alunos com deficiência visual para participarem do curso anteriormente mencionado. A escola Mercedes foi procurada, pois, no CTI, não havia alunos com deficiência visual matriculados. A Escola Estadual Mercedes P. Bueno possui uma sala de recursos pedagógicos que procura atender às necessidades educacionais de alunos com deficiência visual (ex. ensino do Braile, transcrição de textos ou provas em Braile). Dois alunos com deficiência visual interessaram-se em participar do curso “O Outro Lado da Física”. Esses alunos na ocasião possuíam as seguintes características em relação à

deficiência visual e à escolaridade: ambos eram cegos; um possuía 15 anos de idade e cursava a 8ª série do ensino fundamental (atual nona série), e o outro possuía 34 anos e cursava a oitava série do ensino de jovens e adultos. O aluno de 15 anos de idade era cego de nascimento e o de 34 perdera a visão aos vinte e quatro anos. O aluno cego de nascimento participou de todas as aulas, e o que perdeu a visão ao longo da vida, da terceira e quarta aulas.

Destaca-se que os resultados apresentados enfatizam as dificuldades/viabilidades do aluno que nasceu cego. O motivo é o seguinte: a quantidade de dificuldades/viabilidades do aluno cego de nascimento é distinta da quantidade do aluno que perdeu a visão ao longo da vida. Este fato exige análises particularizadas dos contextos onde ocorreram as dificuldades/viabilidades dos alunos com deficiência visual, o que, por motivos de espaço, inviabilizaria a apresentação do presente texto.

### **III. Análise dos dados**

O registro áudio-visual e posterior transcrição na íntegra das atividades constituíram o *corpus* de análise. Adotando os procedimentos: exploração do material; tratamento dos resultados e interpretação, para a realização de uma análise temática - técnica de análise de conteúdo - (BARDIN, 1977) foram identificadas dificuldades e viabilidades para a participação efetiva do aluno cego de nascimento nas atividades de óptica.

No processo de exploração do material, realizou-se a fragmentação do *corpus* de análise (BARDIN, op. cit.). Para a fragmentação, foram encerrados trechos que continham a mesma viabilidade ou dificuldade. Após a fragmentação, as dificuldades e viabilidades foram agrupadas de acordo com a classe que as caracterizam. Em outras palavras, o agrupamento foi orientado pela identificação do perfil das dificuldades e viabilidades para a inclusão do aluno com deficiência visual. Essas dificuldades e viabilidades serão enfocadas na seqüência.

Como decorrência dos processos de fragmentação e agrupamento, foram identificadas quatro classes de dificuldades de inclusão e seis de viabilidades. Essas classes são as seguintes: (a) dificuldades: comunicação, segregativa, experimento e operação matemática. (b) viabilidades: comunicação, apresentação de modelos, utilização de materiais, experimento, operação matemática e apresentação de hipóteses. As dificuldades e viabilidades explicitadas representam classes funcionais ou componentes ativos das atividades que expressam, respectivamente, barreiras ou alternativas à participação efetiva do aluno cego nas aulas de óptica. O quadro 1 apresenta as classes de dificuldade e viabilidade, suas quantidades e porcentagens.

Classe/dificuldade/inclusão	Quantidade	Porcentagem	Classe/viabilidade/inclusão	Quantidade	Porcentagem
Comunicação	101	84,17%	Comunicação	97	84,35%
Experimento	4	3,33%	Experimento	3	2,61%
Operação matemática	2	1,67%	Operação matemática	2	1,74%
Segregativa	13	10,83%	Segregativa	0	0
Apresentação de modelos	0	0	Apresentação de modelos	8	6,96%
Utilização de materiais	0	0	Utilização de materiais	3	2,61%
Apresentação de hipótese	0	0	Apresentação de hipótese	2	1,74%
<b>Total vertical</b>	<b>120</b>	<b>100%</b>	<b>Total vertical</b>	<b>115</b>	<b>100%</b>

**Quadro 1: Panorama geral de dificuldades e viabilidades de inclusão para o aluno cego de nascimento.**

Observa-se no quadro 1 que as classes: comunicação, experimento e operação matemática, foram comuns às dificuldades e viabilidades de inclusão. Por outro lado, verificaram-se classes que representaram dificuldade ou viabilidade de inclusão. A classe: segregativa representou somente dificuldade à participação efetiva do discente, enquanto que as classes: apresentação de modelos, utilização de materiais e apresentação de hipóteses, representaram apenas alternativas a tal participação. Isto se deveu ao fato de que essas classes possuem características intrínsecas que as tornaram fator gerador de barreiras e/ou alternativas à participação efetiva do aluno com deficiência visual.

As características intrínsecas serão definidas a partir de duas categorias, ou seja, linguagem e contexto. Em outras palavras, o entendimento dos fatores determinantes para a condição de dificuldade e/ou viabilidade de uma determinada classe funcional, será feito em função da explicitação do perfil lingüístico utilizado pelos licenciandos no processo de veiculação de significados ópticos, bem como, do contexto em que a veiculação de significados ocorreu. Na seqüência, as categorias mencionadas são apresentadas.

### **Categoria 1: Linguagem.**

A presente categoria objetiva compreender se as informações veiculadas pelos licenciandos foram acessíveis ao aluno com deficiência visual. A acessibilidade será avaliada em razão das estruturas empírica e semântico-sensorial das linguagens utilizadas para a veiculação de informações.

**1.1. Estrutura Empírica da Linguagem:** Refere-se ao suporte material da linguagem (MARTINO, 2005), isto é, a forma por meio da qual uma determinada informação é materializada, armazenada, veiculada e percebida. Pode se organizar em termos fundamentais e mistos. As estruturas fundamentais são constituídas pelos códigos visual, auditivo e tátil articulados de forma autônoma e/ou independente uns dos outros. As estruturas mistas surgem quando os códigos fundamentais se combinam de forma interdependente, ou seja, estruturas áudio-visual, tátil-visual, tátil-auditiva e tátil-visual-auditiva. Observa-se que os sentidos de natureza olfativa e gustativa não serão, para efeitos de análise desta categoria, considerados como códigos sensoriais utilizados para a veiculação de informações. Embora a existência de tais códigos seja possível, entende-se, por hipótese, que para contextos de sala de aula de óptica ela seja desprezível.

**1.2. Estrutura Semântico-sensorial da Linguagem.** Refere-se aos efeitos produzidos pelas percepções sensoriais no significado de fenômenos, conceitos, objetos, situações e contextos (DIMBLERY e BURTON, 1990). Esses efeitos são entendidos por meio de dois referenciais relacionais entre significado e percepção sensorial, a indissociabilidade e a vinculação. Significados indissociáveis são aqueles cuja representação mental é dependente de determinada percepção sensorial. Esses significados nunca poderão ser representados internamente por meio de percepções sensoriais distintas da que os constituem. Significados vinculados são aqueles cuja representação mental não é exclusivamente dependente da percepção sensorial utilizada para seu registro ou esquematização. . Sempre poderão ser representados por meio de percepções sensoriais distintas da inicial. Há, portanto, para o caso da indissociabilidade, uma relação indissolúvel entre significado e percepção sensorial, enquanto que para o caso da vinculação, não.

A idéia de representação utilizada nesta categoria de análise é aquela contida em EISENCK & KEANE (1991). Segundo os autores (op. cit. p. 202) representação é “qualquer notação, signo ou conjunto de símbolos capaz de representar, mesmo na ausência do representado, algum aspecto do mundo externo ou de nossa imaginação”. De forma mais específica, a presente categoria fundamenta-se no conceito de “representações internas” ou “representações mentais”, que ocorrem no nível subjetivo da cognição, do pensamento. Em outras palavras, tais representações referem-se “às formas em que codificamos características, propriedades, imagens, sensações, etc, de um objeto percebido ou imaginado, bem como, de um conceito abstrato” (EISENCK & KEANE, 1991, p. 202).

Dessa forma, a caracterização das linguagens obedeceu à relação: linguagem = (estrutura empírica) + (estrutura semântico-sensorial). A avaliação de uma viabilidade ou dificuldade comunicacional levou em conta o fato de uma dada linguagem ter ou não tornado acessível ao aluno cego de nascimento os significados por ela veiculados. Em outras palavras, a acessibilidade foi avaliada em razão da potencialidade comunicativa das estruturas empírica e semântico-sensorial da linguagem em comparação com a característica visual do aluno (cego de nascimento).

### **Categoria 2: contexto.**

Refere-se a duas características da presença do aluno com deficiência visual nas atividades: (a) espaço instrucional que contemplou a presença do aluno cego; e (b) nível de interatividade desse espaço.

#### **a) Espaço instrucional: Episódio e episódio particular.**

**2.1. Episódios:** Referem-se a espaços instrucionais comuns aos alunos com e sem deficiência visual, isto é, momentos em que todos os discentes envolveram-se nas mesmas tarefas coordenadas pelos licenciandos. Uma característica fundamental dos episódios é a não

diferenciação de conteúdos, estratégia metodológica e recurso instrucional para aluno com e sem deficiência visual.

**2.2. Episódios particulares:** Dizem respeito aos espaços instrucionais que contaram apenas com a participação do aluno cego, ou seja, ocorreram de forma separada e simultânea à aula dos alunos videntes. Uma característica central desses episódios é a diferenciação, em comparação à participação dos alunos videntes, dos recursos instrucionais utilizados, das estratégias metodológicas empregadas e do conteúdo ou de sua abordagem.

**b) Nível de interatividade: Discursos interativo e não-interativo:** Segundo Mortimer e Scott (2002) a diferenciação entre os discursos interativo e não-interativo dá-se pela identificação do número de “vozes” que participam de uma determinada relação discursiva. Exemplificando, se numa aula apenas o professor fala, o discurso é dito não interativo, enquanto que se durante a aula, existe a participação dos alunos (apresentação de dúvidas, questões, posições, etc), o discurso é dito interativo.

**2.3. Discurso interativo:** ocorre com a participação de mais de uma pessoa.

**2.4. Discurso não-interativo:** ocorre com a participação de uma única pessoa.

Portanto, o contexto é definido pela relação: (espaço instrucional) + (nível de interatividade). Na seqüência, com o apoio das categorias de análise, as classes de dificuldades e viabilidades identificadas serão analisadas. Em tal análise, serão enfocadas, primeiramente, aquelas presentes nas dificuldades e viabilidades, e posteriormente, as identificadas nas dificuldades ou viabilidades.

### **III.I. Classes que representam dificuldade e viabilidade à inclusão do aluno com deficiência visual.**

**III.I.I. Dificuldade de comunicação:** Foram identificadas 101 dificuldades de comunicação entre os participantes videntes das atividades e o aluno cego, dificuldades agrupadas em função de 9 linguagens. Essas linguagens constituíram-se em função das seguintes estruturas empíricas: (a) estruturas fundamentais: fundamental auditiva, auditiva e visual independentes e fundamental visual; e (b) estruturas mistas: áudio-visual interdependente e tátil-auditiva interdependente.

Em relação ao aspecto semântico-sensorial, os significados ópticos abordados estiveram relacionados a duas estruturas: (a) significado indissociável de representações visuais: exemplos: característica visual da cor, idéia visual de transparente, opaco e translúcido, característica visual dos fenômenos: reflexão e refração da luz, idéia visual de imagem e de fonte de luz, concepção de visão, etc; e (b) significado vinculado às representações visuais: exemplos: registro e descrição

geométrica de fenômenos ópticos (raio de luz, reflexão, refração, formação de imagem em espelhos e lentes, etc).

Portanto, as 9 linguagens geradoras de dificuldade comunicacional foram as seguintes: (a) áudio-visual interdependente/significado vinculado às representações visuais (34,65%); (b) fundamental auditiva/significado indissociável de representações visuais (20,79%); (c) áudio-visual interdependente/significado indissociável de representações visuais (13,86%); (d) tátil-auditiva interdependente/significado indissociável de representações visuais (11,88%); (e) auditiva e visual independentes/significado indissociável de representações visuais (8,91%); (f) auditiva e visual independentes/significado vinculado às representações visuais (4,95%); (g) tátil-auditiva interdependente/significado vinculado às representações visuais (1,98%); (h) fundamental auditiva/significado vinculado às representações visuais (1,98%) e (i) fundamental visual/significado vinculado às representações visuais (0,99%).

A veiculação dos significados vinculados e indissociáveis de representações visuais constituiu-se na base das dificuldades de comunicação entre os licenciandos e o aluno cego de nascimento. Essas dificuldades objetivaram-se por meio de linguagens constituídas de estruturas empíricas de acesso visualmente dependente (áudio-visual interdependente e fundamental visual) e de acesso visualmente independente (tátil-auditiva interdependente, fundamental auditiva e auditiva e visual independente). Dessa forma, dificuldades geradas por linguagem de acesso visualmente dependente fundamentam-se na estrutura empírica, bem como, na estrutura semântico-sensorial dos significados abordados (prioritariamente significados vinculados às representações visuais. Já as dificuldades geradas por linguagens de acesso visualmente independente, fundamentam-se na estrutura semântico-sensorial dos significados abordados (prioritariamente significados indissociáveis de representações visuais). Linguagens constituídas de estrutura empírica áudio-visual interdependente representaram a principal barreira comunicacional entre os licenciandos e o aluno cego de nascimento, tanto pela predominância de utilização, quanto pela forma como organizam a veiculação de significados (observação simultânea dos códigos auditivos e visuais que dão suporte material à veiculação de informações).

Exemplos de linguagens geradoras de dificuldade comunicacional são apresentados na seqüência. Destaca-se que as siglas: L, A-v<sub>n</sub> e B, representam, respectivamente, o licenciando responsável pela coordenação do trecho, os alunos videntes e o discente que nasceu cego.

### Trecho 1

*L: Essas lentes aqui são chamadas de lentes esféricas, a primeira que nós temos aqui é a bi convexa, a segunda plano convexa, a terceira côncava convexa, a quarta bi côncava, depois plano côncava, e convexo côncava.*

*L: Essas lentes aqui são divergentes e essas outras são convergentes.*

*L: A determinação de uma lente convergente se da da seguinte maneira.*

*L: O feixe de luz vem paralelo a este eixo principal, incide na lente e cruza no foco, este é o foco imagem e este é o foco objeto.*

*L: No foco objeto tem um ponto aqui que se você colocar o objeto vai formar imagens desse tipo.*

*L: Um objeto ao incidir na lente divergente, ele vai divergir os raios e pelo prolongamento desses raios de luz que divergem aqui, você vai prolongar e vai encontrar aqui.*

O trecho 1 relata um dos licenciandos apresentando aos alunos as seguintes propriedades das lentes esféricas: (a) características geométricas: lentes biconvexa, plano-convexa, côncavo-convexa, bicôncava, plano-côncava, e convexo-côncava; b) características ópticas das lentes, ou seja, convergentes ou divergentes e (c) a determinação geométrica das características ópticas das lentes.

Para apresentar as propriedades descritas, o licenciando utilizou-se de linguagem de estrutura empírica áudio-visual interdependente, estrutura esta que veiculou significados vinculados às representações visuais. Esses significados foram: características geométricas das lentes, convergência ou divergência das lentes, e determinação das características ópticas das lentes (comportamento dos raios luminosos incidentes e emergentes das lentes). Os fragmentos transcritos na seqüência exemplificam o perfil lingüístico utilizado: “essas lentes aqui”, “essas lentes aqui são divergentes e essas outras são convergentes”, “o feixe de luz vem paralelo a este eixo principal” (...) “este é o foco”, “pelo prolongamento desses raios de luz que divergem aqui”. Fica claro a partir da observação dos fragmentos transcritos que o acesso às informações veiculadas encontrou-se dependente da percepção simultânea dos códigos auditivos e visuais que compõe a estrutura empírica da linguagem.

## **Trecho 2**

*L: Eu tenho um objeto aqui, eu posso construir a imagem dele com esses três raios, um que sai do topo paralelamente ao eixo principal, e emerge passando pelo foco, um outro que sai passando pelo centro, e um outro que vem passando pelo foco objeto e ai ele emerge paralelamente ao eixo principal.*

*L: Vai se formar uma imagem real, maior que o objeto e direita.*

*L: Agora temos um objeto localizado numa posição que é o dobro da distância focal, o que acontece?*

*L: Nós temos novamente o raio, ele vem paralelo e passa pelo foco imagem, tem um outro que passa pelo foco objeto, vai paralelo, e ai você tem a formação da imagem aqui.*

*L: Neste caso a imagem é real, igual, como vocês podem ver ela tem o mesmo tamanho do objeto, e invertida.*

O trecho 2 apresenta um dos licenciandos descrevendo os processos de formação de imagens em lentes esféricas. Como pode ser observado, o licenciando utilizou-se de linguagem de estrutura empírica áudio-visual interdependente para relatar o comportamento dos raios luminosos incidentes e emergentes na lente, bem como, as características da imagem formada.

Do ponto de vista semântico-sensorial, entende-se que os significados geométricos de raio de luz, imagem, lentes e seus componentes, foram vinculados à representações visuais. Esses significados podem ser, por exemplo, por meio do registro tátil, desvinculados do referencial visual e, portanto, tornados acessíveis ao aluno com deficiência visual. Todavia, existem significados para “luz”, “imagem” e “lentes” que são indissociáveis de representações visuais. **O que teria (B) interpretado acerca do significado de lente? Quais seriam suas funções, o que na prática ela provoca no usuário?**

### Trecho 3

*L: Porque você tem corpos de diferentes cores se a luz que ilumina vem do sol? Que cor é a luz que vem do sol?*

*A-v<sub>1</sub>: Branca.*

*L: Então porque a gente tem cores diferentes, Objetos com diferentes cores? Um está com camiseta azul, o outro verde, amarela, porque se a luz que está chegando nele é a mesma?*

*L: Então a gente pode perceber o rapaz aqui tem camiseta branca, e eu vou chegar neste caso aqui com uma lâmpada amarela, e o que vocês acham que acontece?*

*A-v<sub>1</sub>: Fica amarela!*

*L: Por que vocês acham que isto acontece?*

*A-v<sub>1</sub>: Porque como a luz é só amarela reflete só o amarelo.*

*A-v<sub>2</sub>: Não tem aquela história que se um objeto tem todas as cores acaba predominando o preto.*

*A-v<sub>3</sub>: Preto é ausência de luz.*

*A-v<sub>2</sub>: Por exemplo, a camisa dele tem todas as cores mais acaba predominando o azul.*

*L: Na verdade a gente vai ver que não é bem assim, vamos supor que a gente tem a sua camisa, você está ai azul e branco, a branca está refletindo todas as cores, no caso a hora que eu estou incidindo o amarelo o que está acontecendo, ela deveria estar refletindo todas as cores mais eu só estou incidindo na camiseta dele o amarelo.*

*L: Se eu pegasse uma outra lâmpada azul o qualquer outra cor, vocês acham que a camiseta iria ficar como?*

*A-v<sub>3</sub>: Azul!*

A partir do contexto argumentativo interativo descrito, observa-se que o licenciando e alguns alunos videntes assumiram papéis variados de emissores das informações veiculadas. O aluno (B) participou como ouvinte, já que não se manifestou durante a discussão. A linguagem utilizada teve como suporte material a fala do licenciando e dos alunos videntes. Como não foram realizados experimentos nem projeções no “data show”, a estrutura empírica de tal linguagem pode ser interpretada como fundamental auditiva. Em outras palavras, os alunos e o licenciando descreviam oralmente qual seria a cor de um determinado objeto quando sobre ele fossem incididas luzes de diferentes frequências.

Do ponto de vista semântico-sensorial, considera-se que o significado de cor é indissociável de representação visual. Por exemplo, o amarelo é identificado e reconhecido como tal devido a

uma característica visual que o distingue do azul ou do vermelho. A partir do exposto, é possível afirmar que o aluno (B), por ser cego de nascimento não possui representações visuais sobre cores. Seu conhecimento sobre o fenômeno considerado encontra-se associado à significados socialmente atribuídos ao fenômeno considerado (VIGOTSKI, 1997).

Na seqüência, explicita-se, por meio do quadro 2, a relação entre o perfil lingüístico gerador de dificuldade comunicacional e o contexto onde esses perfis foram empregados.

Contexto comunicacional (direita) Linguagem (abaixo)	Episódio não-interativo	Episódio interativo	Episódio particular interativo	Episódio particular não-interativo	Quantidade/porcentagem/horizontal
Áudio-visual interdependente/significado o vinculado às representações visuais.	26	8	0	1	35/34,65%
Fundamental auditiva/significado indissociável de representações visuais.	3	18	0	0	21/20,79%
Áudio-visual interdependente/significado o indissociável de representações visuais.	8	6	0	0	14/13,86%
Tátil-auditiva interdependente/significado o indissociável de representações visuais.	0	0	10	2	12/11,88%
Auditiva e visual independentes/significado indissociável de representações visuais.	3	6	0	0	9/8,91%
Auditiva e visual independentes/significado vinculado à representações visuais.	3	2	0	0	5/4,95%
Tátil-auditiva interdependente/significado o vinculado à representações visuais.	0	0	0	2	2/1,98%
Fundamental auditiva/significado vinculado à representações visuais.	0	0	2	0	2/1,98%
Fundamental visual/significado vinculado a representações visuais.	1	0	0	0	1/0,99%
Quantidade/porcentagem/vertical	44/43,56%	40/39,60%	14/13,86%	3/2,97%	Total 101/100%

**Quadro 2: Relaciona as variáveis: contexto comunicacional e linguagem inacessível**

Tomando por base os dados indicados no quadro 2, apresentam-se as principais características das dificuldades comunicacionais: (a) predominância de dificuldades relacionadas à estrutura empírica áudio-visual interdependente; (b) a totalidade das dificuldades esteve relacionada aos significados vinculados ou indissociáveis de representações visuais; (c) o emprego de linguagem de estrutura empírica áudio-visual interdependente deu-se quase que totalmente em episódios não-interativos e comuns a todos os alunos; (d) as dificuldades oriundas de estrutura empírica áudio-visual interdependente decresceram à medida que os episódios tornaram-se mais interativos.

**III.I.II. Viabilidade de comunicação: Foram identificadas 97 viabilidades de comunicação entre os participantes videntes e o aluno cego, viabilidades agrupadas em função de 5 linguagens.** Essas linguagens constituíram-se em função das seguintes estruturas empíricas: (a) estruturas fundamentais: fundamental auditiva, auditiva e visual independentes e tátil e auditiva independentes e (b) estrutura mista tátil-auditiva interdependente.

Em relação ao aspecto semântico-sensorial, os significados ópticos veiculados estiveram relacionados a duas estruturas: (a) significado vinculado às representações não-visuais. Exemplos: registros táteis de raios de luz paralelo, convergente e divergente, das características geométricas das reflexões regular e difusa e do fenômeno da dispersão da luz, registro tátil da geometria da relação objeto, imagem e raio de luz em lentes e espelhos planos e esféricos, registro tátil de ângulos de incidência, reflexão e refração, relação entre cor e comprimento de onda, relação luz/energia, diferença entre a velocidade da luz na água e no ar etc; (b) Significado indissociável de representações não-visuais. Exemplos: fenômeno da absorção da luz, relação entre energia luminosa e térmica, etc.

Portanto, as 5 linguagens geradoras de viabilidade comunicacional foram as seguintes: (a) tátil-auditiva interdependente/significado vinculado às representações não-visuais (60,82%); (b) fundamental auditiva/significado vinculado às representações não-visuais (30,93%); (c) auditiva e visual independentes/significado vinculado às representações não-visuais (4,12%); (d) fundamental auditiva/significado indissociável de representações não-visuais (2,06%); e (e) tátil e auditiva independentes/significado indissociável de representações não-visuais (2,06%).

Dessa forma, ocorreu entre os licenciandos e o aluno cego, veiculação de significados vinculados e indissociáveis de representações não-visuais. Tal veiculação objetivou-se por meio de linguagens constituídas de estruturas empíricas de acesso visualmente independente (fundamental auditiva, auditiva e visual independentes, tátil e auditiva independente e tátil-auditiva interdependente). Linguagens constituídas pelas estruturas empíricas tátil-auditiva interdependente e fundamental auditiva mostraram-se predominantes na veiculação de informações ao aluno cego, representando, respectivamente, 60,82% e 31,95% das viabilidades comunicacionais identificadas.

Exemplos de linguagens geradoras de viabilidade comunicacional são apresentados na seqüência.

#### **Trecho 4**

*B: E no chão quando a gente vê a sombra da gente, não tem nada a ver com a imagem da luz?*

*L: Não, a sombra é assim, se a luz tivesse vindo aqui ó (mostra com as mãos uma representação provisória) ia bater no meu dedo, então não ia passar daqui para lá ai ia formar a sombra do objeto.*

O trecho 4 descreve a ocasião em que (B) realizou à um dos licenciandos uma questão relacionada com a formação de sombra. É possível supor que (B), em algumas situações, por vias táteis, tenha sido capaz de saber se está posicionado em uma região de sombra ou numa região iluminada. Em outras palavras, o fenômeno da sombra pode ser observado tatilmente por (B), fato este que provavelmente influenciou na pergunta por ele elaborada e apresentada.

Muito interessante foi a estratégia utilizada pelo licenciando para responder a questão. Tal estratégia fundamentou-se num improviso, já que, não existiam maquetes previamente construídas para o registro do fenômeno da sombra. A estratégia foi a seguinte: o licenciando utilizou um dos dedos de (B) para simbolizar um corpo opaco. Para simbolizar um raio de luz, utilizou um de seus dedos, fazendo-o incidir hora tangencialmente ao dedo de (B), hora sobre a lateral do dedo de (B). A partir do improviso descrito, argumentou que a sombra seria formada como consequência da não passagem da luz incidente sobre a lateral do dedo de (B). O improviso do licenciando criou um canal de comunicação entre ele e (B), pois, fundamentou-se numa linguagem de estrutura empírica tátil-auditiva interdependente que veiculou significado vinculado às representações não-visuais.

### Trecho 5

*L: Vamos trabalhar com a câmara de orifício, olha só aqui está a maquete.*

*B toca a maquete (foto 1)*

*L: Esse aqui é o barbante que está significando um raio de luz.*

*B toca na representação tátil de raio de luz.*

*L: Isso daqui é como se fosse um homenzinho de pé ou qualquer coisa que se tivesse de pé, por isto que a setinha está para cima.*

*B toca na seta objeto.*

*L: Ai o que vai acontecer? Vai sair raio de luz que é isso daqui.*

*Põe as mãos de B na representação tátil de raio de luz.*

*L: Aqui o que vai acontecer, vai convergir não vai?*

*L: Ai depois daqui é como se existisse bem nesse lugarzinho aqui (põe os dedos de B) um orifício, porque aqui vai entrar esses raios de luz em que, na câmara, aqui é a câmara, ó esse quadradinho, esse quadradinho aqui o que é que é? É a câmara, é como se fosse uma caixa, e ai o que está acontecendo quando passa pelo orifício os raios de luz, eles estão o que, estão divergindo não é?*

*L: É como ficar de ponta cabeça, está invertido, ai, esse daqui vai ser a imagem, o que aconteceu?*

*L: Esse daqui está para baixo, e esse daqui?*

*B) Está para cima.*

*L: para cima, o que aconteceu? Inverteu ó, ele veio, os raios de luz foram convergindo ai encontrou o orifício ai inverteu e foi divergindo até inverter bem aqui no finzinho da câmara escura*

*L: Aqui quem é que é?*

*Põe as mãos de B no objeto.*

*L: Isto a gente pode chamar de objeto, o objeto seria o que? Um homem, uma árvore qualquer coisa que a gente está querendo ver na câmara escura, ai o que vai acontecer, os raios de luz vão o que?*

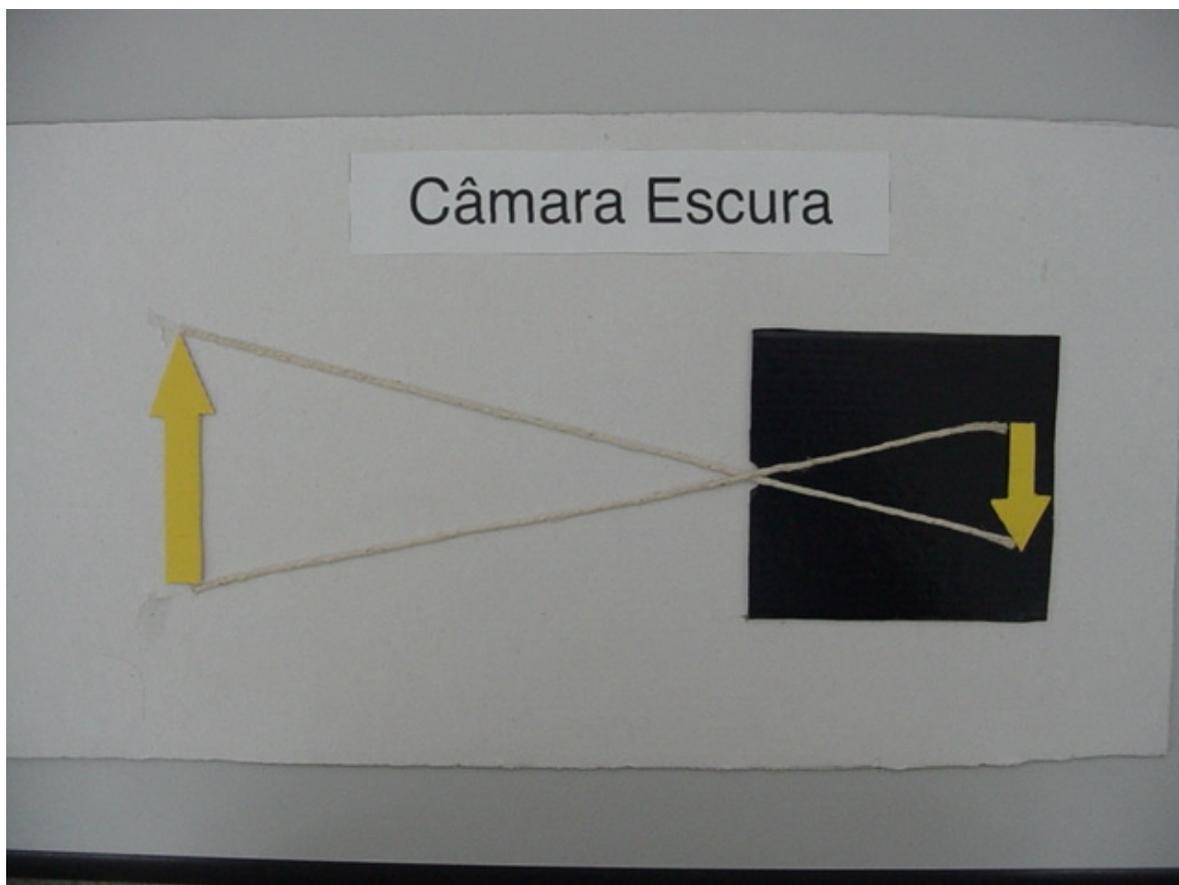
B) *Convergir.*

L: *Vão convergindo, vão fechando até encontrar a câmara escura, e depois o que acontece?*

B) *Os raios de luz vão divergir.*

L: *Vão divergindo até que acontece o que com a imagem?*

B) *Fica invertida.*



*Foto 1: maquete tátil-visual de câmara escura de orifício*

Como mostra o trecho 5, o licenciando, fazendo (B) tocar a maquete, apresentou-lhe registros táteis de câmara escura, raio de luz, objeto, raios de luz convergentes, orifício e de imagem. Este momento inicial mostrou-se fundamental para que (B) reconhecesse elementos e estruturas geométricas que caracterizam uma câmara escura e seus efeitos.

As características geométricas do fenômeno inerente à câmara escura, ou seja, a relação geométrica entre objeto, imagem e raio de luz, vincularam-se às representações táteis, tornando-se acessíveis ao discente com deficiência visual. Em outras palavras, (b) conseguiu observar tatilmente os registros dos elementos mencionados, e isto demonstra a eficácia da maquete tátil em relação à veiculação da informação da geometria inerente à câmara escura.

Na seqüência, explicita-se, por meio do quadro 3, a relação entre o perfil lingüístico gerador de viabilidade comunicacional e o contexto onde esses perfis foram empregados.

Contexto comunicacional (direita) Linguagem (abaixo)	Episódio particular interativo	Episódio interativo	Episódio particular não-interativo	Episódio não-interativo	Quantidade/porcentagem/horizontal
Tátil-auditiva interdependente/significado vinculado à representações não-visuais	47	6	6	0	59/60,82%
Fundamental auditiva/significado vinculado à representações não-visuais	6	21	0	3	30/30,92%
Auditiva e visual independentes/significado vinculado à representações não-visuais	0	3	0	1	4/4,12%
Fundamental auditiva/significado indissociável de representações não-visuais	0	0	1	1	2/2,06%
Tátil e auditiva independentes/significado indissociável de representações não-visuais	0	2	0	0	2/2,06%
Quantidade/porcentagem/vertical	53/54,64%	32/32,99%	7/7,21%	5/5,15%	Total 97/100%

**Quadro 3: Relaciona as variáveis: momento, padrão discursivo e linguagens acessíveis**

Tomando por base os dados indicados no quadro 3, apresentam-se as principais características das viabilidades comunicacionais: (a) predominância de viabilidades nos episódios particulares; (b) predominância de viabilidades relacionadas à estrutura empírica tátil-auditiva interdependente; (c) predominância de viabilidades relacionadas aos significados vinculados às representações não-visuais; (d) o emprego de linguagem de estrutura empírica tátil-auditiva interdependente deu-se quase que totalmente em episódios particulares; (e) maior número de viabilidades em contextos interativos.

**III.I.III. Dificuldade de experimento:** Foi identificada em quatro ocasiões. Refere-se à não participação efetiva do aluno com deficiência visual em atividades experimentais. Esse tipo de dificuldade esteve ligada à realização de experimento demonstrativo, em episódios não-interativos e com o emprego de linguagem de estrutura empírica áudio-visual interdependente. Os experimentos realizados foram os seguintes: (1) incidência de luzes de diferentes frequências sobre camisas de diferentes cores para a observação da cor refletida; (2) decomposição da luz branca ao atravessar um prisma de água; (3) propagação retilínea da luz (observação visual da chama da vela através de três furos em três cartolinas); (4) refração total de um feixe de luz dentro de uma lâmina de água.

**III.I.IV. Viabilidade de experimento:** Foi identificada em três ocasiões. Refere-se à participação efetiva do aluno com deficiência visual em atividades experimentais. Esse tipo de viabilidade esteve ligada à realização de experimento participativo, em episódios interativos e com o emprego de linguagens de estruturas empíricas tátil-auditiva interdependente e fundamental auditiva. Os experimentos realizados foram os seguintes: (5) formação de imagem em espelho

plano (é colocado um lápis em frente ao espelho plano, alunos videntes executam medidas das distâncias: lápis/espelho e imagem do lápis/espelho, alunos com e sem deficiência discutem os resultados); (6) múltiplas reflexões em espelhos planos (alunos videntes e aluno com deficiência visual discutem observações realizadas pelos alunos videntes em um caleidoscópio); (7) ângulos de incidência e reflexão em espelho plano (participação efetiva do aluno cego na coleta de dados e durante a discussão dos dados e resultados).

Ainda sobre o experimento 7, vale detalhar suas etapas de coleta e discussão de dados: (a) objetivo: obter os ângulos de incidência e reflexão no espelho plano e comparar esses valores; (b) metodologia: posicionar um aluno à frente do espelho plano e outros dois, respectivamente, à direita e à esquerda do primeiro. Esta distância é definida pela visualização da imagem do colega de grupo no espelho (princípio da reversibilidade); (c) determinação dos ângulos: de posse das medidas, o grupo deveria representar em papel, os participantes do experimento, bem como, as distâncias obtidas. A partir do esquema mencionado, é possível com o auxílio de uma régua, obterem-se as tangentes dos ângulos de incidência e reflexão.

Sobre a supervisão de um dos licenciandos, o aluno cego foi colocado à frente do centro do espelho plano (2mx1m), dois colegas videntes, posicionaram-se, respectivamente, à direita e à esquerda do aluno com deficiência visual, e um terceiro colega vidente realizou medidas e anotações de distâncias. Assim que as medidas foram obtidas, o grupo realizou os cálculos mencionados, bem como, discussões acerca dos resultados.

Concluindo, como boa parte das atividades experimentais de óptica abordam fenômenos observáveis pela visão, torna-se imprescindível, para alunos com deficiência visual, a descrição oral detalhada daquilo que o experimento explicita. Por isto, a participação de alunos com deficiência visual em experimentos ópticos deve se dar em contextos que favoreçam o surgimento de relações interativas entre discentes com e sem deficiência visual e entre discentes e docentes. Também, quando possível, é viável a utilização de maquetes que apresentem registros táteis dos fenômenos abordados. Por outro lado, é preciso reconhecer que existem significados ópticos tratados nos experimentos que são indissociáveis de representações visuais e, portanto, não podem ser comunicados aos alunos cegos de nascimento. Uma possível alternativa a essa dificuldade, está fundamentada na abordagem de múltiplos significados ligados ao fenômeno experimental (significados vinculados e indissociáveis de representações não-visuais, significados históricos, relacionados à elementos CTS, etc).

**III.I.V. Dificuldade de operação matemática:** Foi identificada em duas ocasiões. Refere-se à não participação efetiva do aluno com deficiência visual em atividades que envolveram a efetuação de cálculos. Essas atividades foram realizadas em episódios particulares não-interativos e

com o emprego de linguagem de estrutura empírica fundamental auditiva. Fundamenta-se na relação triádica caracterizadora das operações matemáticas, ou seja, simultaneidade entre raciocínio, registro do cálculo e sua observação. Os cálculos não realizados pelo aluno cego foram os seguintes: (a) utilização da Lei de Gaus para o cálculo da distância imagem/espelho esférico; e (b) utilização da lei de Snell-Descartes para o cálculo do desvio sofrido pela luz no fenômeno da refração.

Um aluno vidente quando equaciona e resolve matematicamente um problema físico, pensa sobre o que vai calcular, escreve o cálculo ao longo de uma folha de papel, observa as equações e suas anotações, se preciso, volta a observar, raciocina enquanto escreve, e este processo repete-se durante todo o cálculo. O aluno cego, por não conseguir registrar e observar simultaneamente, não executa a relação triádica raciocínio/registo/observação, o que o deixa com enormes dificuldades nas atividades de cálculos. Note-se que o Braile, código de escrita e leitura tátil, não proporciona ao aluno com deficiência visual as condições de simultaneidade, já que, a escrita Braile é realizada na parte oposta do papel. Explicando melhor, quando um aluno cego escreve em Braile, ele, com um objeto chamado “punsão”, fere o papel para representar as letras/números etc. Quando ele fere o papel, os pontos Braile aparecem na parte oposta da folha em relação à parte onde a mesma foi ferida.

**III.I.VI. Viabilidade de operação matemática:** Foi identificada em duas ocasiões. Refere-se à participação efetiva do aluno com deficiência visual em atividades que envolveram a realização de cálculos. Essas atividades foram realizadas em episódios interativos e com o emprego de linguagem de estrutura empírica fundamental auditiva. Os cálculos realizados com sucesso pelo aluno cego foram os seguintes: (a) distâncias: espelho/objeto e espelho/imagem; e (b) distância: objeto/espelho e objeto/imagem. Esses cálculos foram realizados mentalmente pelo aluno com deficiência visual. Tratavam-se, por não envolverem muitas variáveis, de cálculos simples, por isso, o discente com deficiência visual não teve dificuldade de efetuá-los mentalmente. Provavelmente, cálculos mais complexos implicariam em dificuldades como as discutidas anteriormente.

Finalizando, para o caso das operações matemáticas vale destacar que o pequeno número de ocorrências deve-se a uma característica do planejamento do grupo de óptica que buscou focar suas atividades na esfera conceitual. Em outras palavras, durante o processo de planejamento das atividades, os licenciandos enfatizaram os conceitos ópticos deixando em segundo plano a aplicação de linguagem matemática. Nos subtópicos III.I.V e III.I.VI foram considerados os momentos em que viabilidades e dificuldades relativas à operação matemática ocorreram.

### **III.II. Classes que representam dificuldade ou viabilidade à inclusão do aluno com deficiência visual.**

**III.II.I. Dificuldade segregativa:** Foi identificada em 13 ocasiões. Diz respeito à criação, no interior da sala de aula, de ambientes segregativos de ensino. Esses ambientes contaram com a participação do aluno cego e de um dos licenciandos colaboradores. Ocorreu durante episódios de ensino que não favoreceram a interação docente/discente, o que representa, para efeitos de participação efetiva, uma diferenciação excludente em relação ao tratamento educacional dos alunos videntes. Nos ambientes segregativos, temas discutidos durante a “aula principal” eram suprimidos ou simplificados, ou seja, diferenciaram-se daqueles trabalhados por todos os alunos. Em tais ambientes, os diálogos ocorriam em voz baixa, o que explicita sua característica de incomodo à “aula principal”.

Atendimentos particularizados observados em episódios que previam tal prática junto a todos os alunos não foram considerados ambientes segregativos de ensino. Isto implica dizer que a posição adotada não é contrária a realização de atendimentos particularizados para quaisquer alunos, e sim aos que representaram exclusão em relação ao tratamento educacional da aula ministrada.

**III.II.II. Viabilidade de apresentação de modelos:** Foi identificada em 8 ocasiões. Refere-se à apresentação, por parte do aluno cego, de modelos explicativos de fenômenos ópticos. Ocorreu em episódios interativos e com o emprego de linguagens de estruturas empíricas tátil-auditiva interdependente e fundamental auditiva. Nesses ambientes, os alunos com e sem deficiência visual alternaram-se como interlocutores. Assim, o discente cego teve a oportunidade de expressar-se. Os modelos por ele apresentados foram os seguintes: (a) formação de imagem em espelho plano (4 ocasiões); (b) natureza das imagens; (c) direção de propagação de raios incidentes e refletidos em espelho plano; (d) simetria invertida entre objeto e imagem; (e) natureza dos raios de luz. A título de exemplificação, apresentam-se dois dos modelos do aluno cego (1- formação de imagem em espelho plano e 2- natureza das imagens).

1) Em um episódio, os alunos videntes questionaram o deficiente visual acerca de seus conhecimentos de formação de imagem em espelho plano. O diálogo iniciou-se com a seguinte questão: “você sabia que quando você olha para o espelho aparece uma imagem sua?” Como resposta à pergunta, o aluno cego descreveu algumas características da imagem formada por um espelho localizado em um quarto. Argumentou que se à frente do espelho estiver localizada uma cama, uma imagem dela aparecerá no espelho. Todavia, se uma pessoa posicionar-se entre a cama e o espelho, aparecerá projetado no espelho, a pessoa à frente da cama. Interrogado acerca do

conhecimento da informação que acabara de apresentar, o aluno com deficiência visual afirmou ter sido o irmão quem lhe descrevera tal fato: “meu irmão me contou”.

2) Em outro momento do episódio, o aluno cego apresentou seu modelo sobre a natureza de uma imagem: “o que será que é a imagem? Será que é algum ar, algum ventinho que se forma lá dentro do espelho?”. Tal declaração denota a intenção do discente de atribuir “existência material” para o fenômeno “imagem”. Especular possíveis significados para o modelo mencionado é uma tarefa complexa, pois, a fala do discente foi interrompida por um dos licenciandos. Entretanto, o aluno cego atribuiu para a idéia de imagem, propriedades de leveza e rarefação ((imagem = “ar” e “ventinho”), bem como, de localização espacial: “lá dentro do espelho”).

Os modelos apresentados evidenciam que o discente com deficiência visual possui representações mentais não-visuais acerca dos fenômenos “formação de imagem”, e “natureza das imagens” e que tais representações são por ele construídas devido à influência social. É, portanto, por meio das relações sociais, que o discente cego de nascimento entra em contato com informações sobre fenômenos por ele não observados. Nessas relações, o discente estabelece diálogos com pessoas videntes. Provavelmente, desses diálogos surgem dúvidas que o discente externaliza com pessoas de sua intimidade, pessoas estas, que na medida do possível apresentam-lhe explicações.

**III.II.III. Viabilidade de utilização de materiais:** Verificada em 3 ocasiões, refere-se à utilização, junto aos alunos videntes, das maquetes desenvolvidas para o ensino do aluno com deficiência visual. Tal utilização ocorreu com o emprego de linguagem de estrutura empírica áudio-visual interdependente e em episódios não interativos. A viabilidade de utilização, portanto, não é aplicada diretamente à participação efetiva do aluno com deficiência visual, e sim, à possibilidade de materiais desenvolvidos para alunos com a mencionada deficiência serem empregados junto aos alunos videntes. Três foram as maquetes utilizadas: (a) maquete das reflexões regular e difusa; (b) maquete do fenômeno da dispersão da luz e (c) maquete da câmara escura de orifício (foto 1). Essas maquetes continham registros táteis e visuais sobrepostos dos fenômenos mencionados, sendo que, a maquete da dispersão da luz, possuía estrutura tridimensional (foto 2).

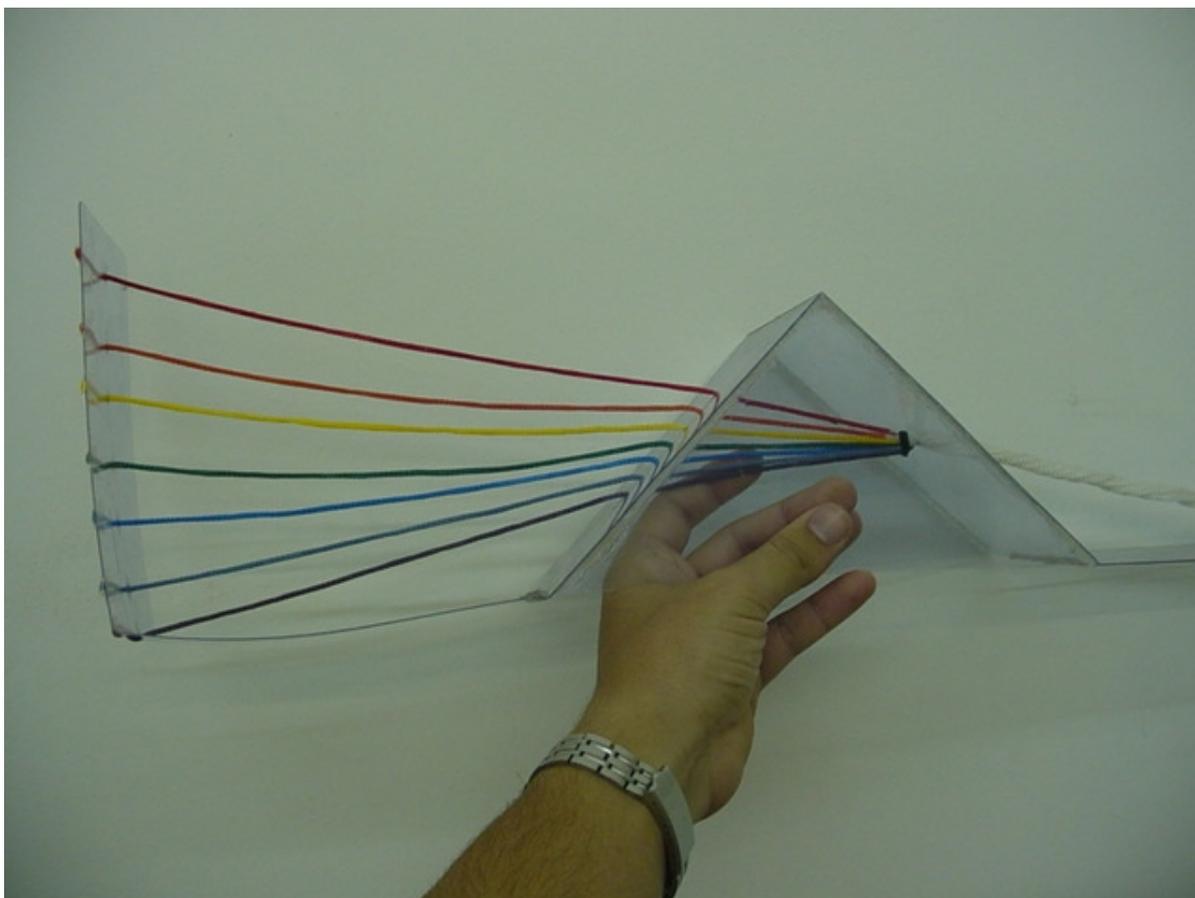


Foto 2: Registro tridimensional da dispersão da luz.

É importante destacar que as maquetes táteis-visuais exibem um grande potencial inclusivo, na medida em que atendem necessidades educacionais de todos os alunos. Para o caso dos alunos videntes, os materiais em questão apresentam duas possibilidades de interação com o registro do fenômeno, a visual e a tátil. Quanto à interação visual, entende-se que maquetes como a da dispersão da luz represente uma vantagem no aspecto tridimensional em relação aos registros bidimensionais realizados na lousa ou em livros. Em relação à representação tátil, entende-se que tais materiais dispõem aos alunos videntes a possibilidade de uma interação muito mais analítica do fenômeno da dispersão em comparação com a interação visual. (SOLER, 1999). Por esses motivos, os materiais mencionados foram considerados potencialmente inclusivos. Entretanto, a situação ideal, seria aquela em que as maquetes fossem utilizadas em contextos interativos e comuns a todos os discentes.

**III.II.IV. Viabilidade de apresentação de hipótese:** Foi verificada em duas ocasiões. Sua ocorrência esteve relacionada à episódios interativos e ao emprego de linguagens de estruturas empíricas tátil-auditiva interdependente e fundamental auditiva. Como nesses ambientes os alunos com e sem deficiência visual alternaram a função de interlocutor, o discente cego teve condições de

expressar-se. Essa viabilidade refere-se a situações em que o discente apresentou relações de causa e efeito em um determinado fenômeno óptico. Essas hipóteses foram as seguintes: (a) explicação para a inversão dos lados das imagens no espelho plano (simetria invertida); (b) explicação para a formação de imagem e para a direção dos raios incidentes e refletidos nos espelhos planos. Na seqüência, as duas hipóteses serão apresentadas.

1) Em um dos episódios, o discente com deficiência visual descreveu as posições das imagens em relação aos alunos, bem como, as causas de tais posições (ver experimento 6). Para explicar o porquê de uma pessoa ver a outra e não a si mesmo, o discente utilizou-se da justificativa de que o espelho gira. Notem-se as relações de causa e efeito por ele apresentadas: “ele não consegue ver ele mesmo porque o espelho virou do lado de frente com ele”, “se está aqui o espelho vira de assim”. A justificativa de que o espelho gira, depois de questionada, foi mantida pelo discente cego, mas, com uma nova nomenclatura. Pela nova nomenclatura, a “imagem”, ou algo cujo nome era pelo discente desconhecido, provocaria certa inversão, que por sua vez causaria a visualização das imagens no espelho.

2) Em outro episódio, o discente com deficiência visual apresentou uma hipótese para a formação de imagem e para a direção dos raios incidentes e refletidos nos espelhos planos: “o espelho é a mesma coisa de um imã, porque ele puxa a luz, eu acho que ele puxa reflexo, ele puxa para dentro dele, e a imagem para poder sair sai pelo lado esquerdo, porque ela não tem lugar para poder sair do mesmo lado que veio, se você está ai e eu estou aqui, daí ele vem para cá e depois vem para cá, porque não tem lugar, o espelho é liso ele bate aqui e escorrega para cá e vem assim”. Na seqüência, apresenta-se uma tentativa de interpretação de tal hipótese.

Para o discente, um espelho é como um imã, que “puxa luz” e/ou “reflexo” para dentro de si. Esta propriedade do espelho de “puxar para si” luz e/ou reflexo, talvez justificasse para ele a formação de imagem, visto que, este aluno demonstrou ter compreendido que a imagem é algo que aparentemente se forma no interior do espelho (ver modelo 2). Um outro aspecto da hipótese refere-se à característica “liso” que o espelho teria. Esta característica justificaria o fato da luz refletir para o lado oposto ao de sua incidência. Seria algo como: o raio de luz incide pelo lado direito na superfície lisa do espelho, e escorrega (reflete) para o lado esquerdo.

Buscando uma síntese, são apresentados os quadros 4 e 5. Esses quadros explicitam, respectivamente, as classes das dificuldades e viabilidades, bem como, suas características intrínsecas marcantes. Definiram-se por “característica marcante” os elementos majoritários identificados junto a uma determinada classe de dificuldade ou viabilidade. Tais elementos referem-se ao perfil da linguagem empregada e ao contexto comunicacional de determinada classe de dificuldade ou viabilidade.

<b>Classe/dificuldade/inclusão</b>	<b>Estrutura empírica predominante</b>	<b>Estrutura semântico-sensorial predominante</b>	<b>contexto predominante</b>
<b>Comunicação</b>	Áudio-visual interdependente Fundamental auditiva	Significados vinculados/indissociáveis de representações visuais	Episódios não-interativos
<b>Segregativa</b>	Áudio-visual interdependente	Significados vinculados/indissociáveis de representações visuais	Episódios não-interativos
<b>Experimento</b>	Áudio-visual interdependente	Significados indissociáveis de representações visuais	Episódios não-interativos
<b>Operação matemática</b>	Fundamental auditiva	Significados vinculados às representações visuais	Episódios particulares não-interativos

**Quadro 4: Classes e características intrínsecas das dificuldades de inclusão.**

<b>Natureza/viabilidade/inclusão</b>	<b>Estrutura empírica predominante</b>	<b>Estrutura semântico-sensorial predominante</b>	<b>Contexto metodológico predominante</b>
<b>Comunicação</b>	Tátil-auditiva interdependente	Significado vinculado às representações não visuais	Episódios particulares interativos
<b>Apresentação de modelos</b>	Tátil-auditiva interdependente e Fundamental auditiva	Significado vinculado às representações não visuais	Episódios interativos
<b>Utilização de materiais</b>	Áudio-visual interdependente	Significado vinculado às representações visuais	Episódios não-interativos
<b>Experimento</b>	Tátil-auditiva interdependente e Fundamental auditiva	Significados vinculados às representações não-visuais	Episódios interativos
<b>Operação matemática</b>	Fundamental auditiva	Significados vinculados às representações não visuais	Episódios interativos
<b>Apresentação de hipóteses</b>	Tátil-auditiva interdependente e Fundamental auditiva	Significado vinculado às representações não-visuais	Episódios interativos

**Quadro 5: Classes e características intrínsecas das viabilidades de inclusão.**

#### **IV. Considerações finais.**

Como mostraram as análises efetuadas, foram identificadas quatro classes de dificuldades de inclusão. A predominante foi a comunicacional (84,17% de ocorrência), seguida da segregativa (10,83% de ocorrência), da relacionada aos experimentos (3,33% de ocorrência) e à operação matemática (1,67% de ocorrência). Essas classes estiveram relacionadas, majoritariamente, à episódios não-interativos comuns a todos os alunos e ao emprego de linguagens de estrutura empírica áudio-visual interdependente.

Já as viabilidades de inclusão estiveram relacionadas à seis classes funcionais. A predominante também foi a comunicacional (84,35% de ocorrência), seguida pela de apresentação de modelos (6,96% de ocorrência), pelas de utilização de materiais e de experimento (ambas com 2,61% de ocorrência), e finalmente, pelas de operação matemática e de apresentação de hipóteses (ambas com 1,74% de ocorrência). Essas classes, exceto a “utilização de materiais”, caracterizaram-se pelo emprego de linguagens de estruturas empíricas tátil-auditiva interdependente e fundamental auditiva. O contexto predominante de ocorrência das viabilidades foi o episódio particular

interativo. Contudo, para os casos das viabilidades de apresentação de modelo e de hipótese, o contexto majoritário foi o episódio interativo.

Esses dados contribuem ao entendimento da organização das atividades de óptica em relação à presença do aluno com deficiência visual, que se deu, na maioria das vezes, em episódios não-interativos comuns a todos os discentes (contexto predominante de dificuldades), e em determinadas ocasiões, em episódios particulares interativos (contexto predominante de viabilidades). Esse tipo de organização resultou numa dificuldade de âmbito segregativo, isto é, a criação de ambientes segregativos de ensino no interior da sala de aula. Por outro lado, a interatividade característica dos episódios particulares facilitou a destituição da estrutura empírica áudio-visual interdependente, estrutura predominante entre as linguagens inacessíveis ao discente cego.

Um contexto que se mostrou adequado à inclusão do aluno cego nas aulas de óptica, foi o interativo e comum a todos os discentes (episódio interativo). Nesse contexto, verificaram-se a ocorrência significativa de viabilidades relacionadas às estruturas empíricas tátil-auditiva interdependente, tátil e auditiva independentes, fundamental auditiva e auditiva e visual independentes, bem como, o decréscimo de dificuldades oriundas da utilização de estrutura empírica áudio-visual interdependente. Nos episódios interativos, o discente com deficiência visual teve a oportunidade de apresentar suas dúvidas, interpretações, modelos e hipóteses, interagir com seus colegas videntes, com os licenciandos, com materiais experimentais, além de apresentar e ouvir explicações. As ações descritas caracterizam os episódios interativos e não representam diferenciação excludente de tratamento. Aliás, tratamentos educacionais diferenciados fazem parte das ações dos contextos inclusivos, já que, cada aluno pode ter determinada dificuldade ou necessidade educacional durante a aula.

Outra classe geradora de dificuldade a ser destacada, é aquela relacionada à operação matemática. Esse tema é pouco discutido na perspectiva da deficiência visual, é muito importante ao ensino de física, e representa para discentes cegos ou com baixa visão, uma grande barreira a ser superada. Docentes de física e matemática dificilmente sabem como lidar com esse tipo de situação. O problema envolve a relação triádica raciocínio/registo/observação dos cálculos. Como o deficiente visual não observa simultaneamente o que escreve a relação não é destituída. É preciso o investimento no desenvolvimento de materiais que proporcionem condições para que este discente, de forma simultânea, registre, observe aquilo que registra e raciocine.

**Finalizando, verificou-se que a comunicação representa variável central à participação efetiva do discente cego em aulas de óptica. Verificou-se também que ambientes interativos contribuem à criação de situações comunicacionais adequadas entre videntes e deficiente visual.** Ambientes comunicacionais adequados tem o potencial de incluir o discente cego junto à

processos intrínsecos de ensino/aprendizagem tais como: a criação de hipóteses, de modelos, a elaboração de dúvidas, reformulação e construção de conhecimentos, etc. Sem a utilização de canais comunicacionais adequados, alunos com deficiência visual encontrar-se-ão, do ponto de vista conceitual e procedimental, numa condição de exclusão no interior da sala de aula.

### Referências bibliográficas

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 1977. 225 p.

BRASIL, Ministério da educação. **Diretrizes nacionais para a educação especial na educação básica**. Secretaria de Educação Especial – MEC; SEESP, P. 79, 2001.

BRASIL, MEC. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Adaptações Curriculares*, 1998. In: < [www.educacaoonline.pro.br/adaptacoes\\_curriculares.asp](http://www.educacaoonline.pro.br/adaptacoes_curriculares.asp) > Acesso em 10/05/2005 10h38min: 34. BRASIL, Congresso Nacional. Lei nº. 9.394, de 20/12/1996. Fixa diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, nº. 248, de 23/12/1996.

CAMARGO, E.P. e NARDI, R. Um estudo sobre a formação do professor de Física no contexto das necessidades educacionais especiais de alunos com deficiência visual. In: *Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física*, X, Londrina, 2006. Anais - CD-ROM, Londrina, SBF, 2006.

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*. 2005. 272f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo.

\_\_\_\_\_. *Um estudo das concepções alternativas sobre repouso e movimento de pessoas cegas*. 2000. 218f. Dissertação (Mestrado em educação para a ciência)- programa de Educação para a Ciência, Área de Concentração: Ensino de Ciências - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), Bauru, São Paulo.

CARVALHO, E.N.S. e MONTE, F.R.F. *A educação inclusiva de portadores de deficiências em escolas públicas do DF*. Temas em Educação Especial III, São Paulo, ed. Universidade de São Carlos, 1995.

DIMBLERY, R. E BURTON, G. *Mais do que Palavras: Uma Introdução à Teoria da Comunicação*, 4ª ed. São Paulo: Cortez editora, 1990.

EISENCK, M. E KEANE, M. *Cognitive Psychology: a student's handbook*. London: Erlbaum, 1991.

MANTOAN, M. T. E. *Inclusão Escolar: O que é? Por quê? Como fazer?* São Paulo: Moderna, 2003.

MARTINO, L.C. De qual comunicação estamos falando? In: Hohlfeldt, A. Martino, L.C. e França, V.V. (org). *Teoria da comunicação: conceitos, escolas e tendências*. 5ª edição, Petrópolis: Editora vozes, P. 11-25, 2005.

MITTLER, P. *Educação inclusiva: contextos sociais*. São Paulo: ARTMED, 2003.

MORTIMER, E.F. E SCOTT, PH. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre - RS, v.7, n.3, 2002.

SASSAKI, R.K. *Inclusão: construindo uma sociedade para todos*. 5ª edição, Rio de Janeiro: WVA editora, 1999.

SOLER, M. A. *Didáctica multisensorial de las ciencias*, Barcelona, Ediciones Paidós Ibérica, S.A, 1999.

UNESCO. **The Salamanca statement and framework for action on special needs education**. [Adotada pela Conferência Mundial sobre Educação para Necessidades Especiais: Acesso e Qualidade, realizada em Salamanca, Espanha, em 7-10 de junho de 1994]. Genebra: UNESCO, 1994. 47p

SASSAKI, R. K. *Inclusão: Construindo uma sociedade para todos*. 3.ed. Rio de Janeiro: WVA, 1999.

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

ZABALA, A. *A prática Educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed Editora S.A, 1998.

**EDER PIRES DE CAMARGO:** Licenciado em Física pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", - Bauru- (1995), mestrado em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Bauru- (2000), doutorado em Educação pela Universidade Estadual de Campinas (2005) e Pós - doutorado em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Bauru- (2006). Atualmente, é Docente junto ao Departamento de Física e Química da UNESP de Ilha Solteira, onde leciona disciplinas para os cursos de Licenciatura em Física, Matemática e Biologia, bem como, aos cursos de Engenharia. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Ensino de Ciências, atuando principalmente no tema: ensino de física para alunos com deficiência visual.

**ROBERTO NARDI:** licenciado em Física pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP (1972), mestre em 'Science Education' pela 'School of Education' da Temple University, Filadélfia, E.U.A. (1978), doutor em Educação pela Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, FEUSP (1989) com estágio de pós-doutoramento na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp, 2004-2005). Docente no Departamento de Física da Universidade Estadual de Londrina (UEL) (1980-1993). Secretário para Assuntos de Ensino da Sociedade Brasileira de Física (SBF), (1991-1993), Secretário Executivo, Vice-Presidentes e Presidente da ABRAPEC - Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (2000-2005). A partir de 1994 atua no Depto. de Educação e no Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciências da Faculdade de Ciências da UNESP, Bauru, como Professor Adjunto, Livre Docente. É um dos líderes do Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências, interessando-se por temas relacionados ao ensino de Ciências, particularmente ensino de Física, em questões relacionadas ao ensino, à aprendizagem e à formação inicial e contínua de professores. É atualmente bolsista de produtividade em pesquisa do CNPq, nível 1D.