

A condução de atividades de mecânica para alunos com e sem deficiência visual: dificuldades e viabilidades

Eder Pires de Camargo
Roberto Nardi

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 mecânica. Por meio de análise de conteúdo, identifica quatro classes funcionais implicadoras de dificuldades e cinco de viabilidades. 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.

Palavras-chave: Ensino de física, inclusão. Deficiência visual. Mecânica. Participação efetiva.

Difficulties and viabilities of having a born blind student effectively attend mechanics classes

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 Mechanics classes. Using content analysis, this experiment identifies four functional classes which might correspond to difficulties and five which refer to the viabilities. 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.

Keywords: Physics teaching. Inclusion. Visual impairment. Mechanics. Effective participation.

Eder Pires de Camargo é professor Dr. do Departamento de Física e Química da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Avenida Brasil, 56, CEP: 15385000, Ilha Solteira/SP, 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", Campus de Bauru, SP. E-mail: camargoep@dfq.feis.unesp.br

Roberto Nardi é professor Dr. do 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", Avenida Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube, s/n, Campus Universitário – Vargem Limpa – caixa postal 473, CEP 17033-360- Bauru/SP. E-mail: nardi@fc.unesp.br

INTRODUÇÃO

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, 1999). 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). Tal participação é entendida em razão da constituição de uma dada atividade escolar que dá 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 ideia 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 (1999), 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 destacando o impacto das variáveis específicas na implantação de uma educação para todos. Concluir que incluir alunos com deficiências em aulas de física (CAMARGO; NARDI, 2008), 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. Para tanto, tomou-se como parâmetro a participação efetiva desse discente em atividades de mecânica. A participação efetiva é avaliada em função da relação: discente com deficiência visual/ conteúdos conceituais e procedimentais de mecânica (ZABALA, 1998). Segundo esse autor, os conteúdos de ensino são compreendidos em termos conceituais, procedimentais e atitudinais.

Como explica Zabala (1998.), 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. Dito de outro modo, conteúdos conceituais relacionam-se ao saber, os procedimentais ao saber fazer, e os atitudinais ao ser (ZABALA, 1998.).

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 heterogenia (CARVALHO; MONTE, 1995). Esse é o motivo pelo qual, 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 mecânica. 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 mecânica, discente com deficiência visual/ atividades experimentais, discente com deficiência visual/operações matemáticas, etc.

O CONTEXTO DAS ATIVIDADES

Sob a coordenação de um grupo de licenciandos (grupo de mecânica), foram aplicadas quatro atividades de ensino 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 mecânica, esse curso também contemplou aulas de óptica, eletromagnetismo, 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 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 seguintes (discussão reflexiva) foram abordados temas inerentes ao ensino de física e à deficiência visual (CAMARGO, 2000, 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).

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. Isto 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 foi de trinta e cinco, sendo que o número de inscritos foi de aproximadamente setenta. A escolha dos trinta e cinco participantes do CTI deu-se por sorteio.

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. Esta escola 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 Braille, transcrição de textos ou provas em Braille). Dois alunos com deficiência visual se interessaram em participar do curso. Esses alunos na ocasião possuíam as seguintes características: 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.

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 inviabilizaria a apresentação do presente texto.

ANÁLISE DOS DADOS

O registro audiovisual e a 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 nas atividades de mecânica.

No processo de exploração do material, realizou-se a fragmentação do *corpus* de análise (BARDIN, 1977). Para a fragmentação, foram selecionados 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 sequência.

Como decorrência dos processos de fragmentação e agrupamento, foi identificada quatro classes de dificuldades de inclusão e cinco de viabilidades. Essas classes são as seguintes: (a) dificuldades: comunicação, operação matemática, segregativa e operação de software; (b) viabilidades: comunicação, operação matemática, apresentação de modelos, apresentação de hipóteses e experimento.

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 mecânica. O Quadro 1 apresenta as classes de dificuldade e viabilidade e suas quantidades.

Classe/dificuldade/inclusão	Quantidade	Classe/viabilidade/inclusão	Quantidade
Comunicação	102	Comunicação	122
Operação matemática	14	Operação matemática	4
Segregativa	5	Segregativa	0
Operação de software	1	Operação de software	0
Apresentação de modelos	0	Apresentação de modelos	2
Experimento	0	Experimento	2
Apresentação de hipótese	0	Apresentação de hipótese	1
Total vertical	122	Total vertical	131

QUADRO 1 – Panorama de dificuldades e viabilidades de inclusão para o aluno cego de nascimento.

Observa-se no Quadro 1 que as classes comunicação e operação matemática foram comuns às dificuldades e viabilidades. Por outro lado, verificaram-se classes que representaram dificuldade ou viabilidade. As classes segregativa e operação de software representaram somente dificuldades à participação efetiva do discente, enquanto que as classes apresentação de modelos, apresentação de hipóteses e experimento representaram apenas viabilidade a tal participação. Isto se deveu ao fato de que essas classes possuem características intrínsecas que as tornaram fator 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 razão da explicitação do perfil linguístico utilizado pelos licenciandos no processo de veiculação de significados de mecânica, bem como do contexto em que a veiculação de significados ocorreu. Na sequência, as categorias mencionadas são apresentadas.

Categoria 1: linguagem

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, à 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 audiovisual, tátil-visual, tátil-auditiva e tátil-visual-auditiva. 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 mecânica 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, R.; BURTON, G. 1990). Esses efeitos são entendidos por meio de quatro referenciais associativos entre significado e percepção sensorial, a indissociabilidade, a vinculação, a não relacionabilidade e a relacionabilidade secundária.

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.

Significados sensorialmente não relacionáveis (ou sem relação sensorial) não possuem vínculo ou associação com qualquer percepção sensorial. Embora o aprendiz possa construir representações mentais sensoriais acerca de ideias com a presente característica, as mesmas nunca corresponderão de fato aos fenômenos/conceitos que se visam comunicar. As representações mentais com a característica semântico-sensorial aqui discutida encontrar-se-ão sempre no nível analógico, metafórico e artificial.

Significados de relacionabilidade sensorial secundária (ou de relação sensorial secundária) são aqueles cuja compreensão estabelece com o elemento sensorial uma relação não prioritária. Embora ocorram construções de representações mentais sensoriais por parte do aprendiz, as mesmas não são pré-requisito à compreensão do fenômeno/conceito abordado.

A ideia de representação utilizada nesta categoria de análise é aquela contida em Eisenck e Keane (1991). Segundo os autores (EISENCK, M.; KEANE, M, 1991, 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, M.; KEANE, M, 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 os significados por ela veiculados. Assim, 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; e (b) nível de interatividade desse espaço.

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: São os 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.

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 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 sequência 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.

Categoria 3: dificuldades e viabilidades

Classes que representam dificuldade e viabilidade à inclusão do aluno com deficiência visual.

3.1 Dificuldades de comunicação: foram identificadas 102 dificuldades de comunicação, agrupadas em razão de seis linguagens. Essas linguagens constituíram-se em função das seguintes estruturas empíricas: audiovisual interdependente, auditiva e visual independente e fundamental auditiva.

Em relação ao aspecto semântico-sensorial, os significados abordados estiveram relacionados a três estruturas: (a) significado vinculado às representações visuais. Ex. registros de símbolos de equações físicas, registro de relações matemáticas, indicação de equações, demonstrações de equações, soma vetorial (algébrica e gráfica), indicação de eventos ou propriedades (espaço percorrido, posição do referencial adotado, direção e sentido – velocidade, aceleração, pontos de atuação de forças, decomposição vetorial, registro do sentido de um vetor por ângulos, planos inclinados, trajetórias, etc), forma estrutural de algumas unidades físicas (ex. m/s^2 , $N \times m^2/Kg^2$, etc), características de gráficos (movimentos uniforme e uniformemente variado, força x deformação elástica, energia potencial elástica x deformação, etc), direção e sentido da força centrípeta, ângulo entre força e deslocamento, órbitas e posições de planetas e astros celestes; (b) significado indissociável de representações visuais. Ex. ideia de visão, energia luminosa, etc; (c) significado sem relação sensorial. Ex. intervalo de tempo

As seis linguagens geradoras de dificuldade comunicacional, bem como, exemplos das mesmas são apresentados no Quadro 2.

Linguagens geradoras de dificuldades	Frases dos licenciandos
Audiovisual interdependente/significado vinculado às representações visuais	Soma de vetores seria assim, aqui você coloca o vetor A, aqui o B, e o soma está aqui ó, ele é a soma de A mais B.
Auditiva e visual independentes/significado vinculado às representações visuais	Essa daqui é a equação da elipse, x ao quadrado sobre b ao quadrado mais y ao quadrado sobre a ao quadrado é igual a um.
Fundamental auditiva/significado vinculado às representações visuais	Então você tem cinco de força dividido por um, a pressão é cinco de força sobre um c m dois.
Auditiva e visual independentes/significado indissociável de representações visuais	"Se enxerguei além dos outros é porque estava no ombro de gigantes".
Fundamental auditiva/significado indissociável de representações visuais	A luz é uma forma de energia
Auditiva e visual independentes/significado sem relação sensorial	O intervalo de tempo delta t vai ser o t2 menos o t1

QUADRO 2 – Exemplos de linguagens geradoras de dificuldades de comunicação.

Na sequência, explicita-se, por meio do Quadro 3, a relação entre o perfil linguístico 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	Quantidade/horizontal
Audiovisual interdependente/significado vinculado às representações visuais.	71	8	0	79
Auditiva e visual independentes/significado vinculado às representações visuais	11	3	0	14
Fundamental auditiva/significado vinculado às representações visuais	4	0	1	5
Auditiva e visual independentes/significado indissociável de representações visuais	2	0	0	2
Fundamental auditiva/significado indissociável de representações visuais	0	1	0	1
Auditiva e visual independentes/significado sem relação sensorial	1	0	0	1
Quantidade/porcentagem/vertical-total	89	12	1	102

QUADRO 3 – relaciona as variáveis: contexto comunicacional e linguagem inacessível.

Tomando por base os dados do Quadro 3, apresentam-se as principais características das dificuldades comunicacionais: (a) ocorrência majoritária de dificuldades em episódios não-interativos; (b) ocorrência majoritária de dificuldades relacionadas ao emprego de linguagem de estrutura empírica audiovisual interdependente; (c) ocorrência majoritária relacionada à veiculação de significados vinculados às representações visuais; (d) estreita relação entre estrutura empírica audiovisual interdependente e significados vinculados às representações visuais; (e) estreita relação entre episódio não-interativo e linguagem

audiovisual interdependente /significado vinculado às representações visuais; (f) decrescimento de dificuldades na medida em que os episódios tornaram-se interativos; (g) decrescimento de dificuldades na medida em que foram empregadas linguagens de estrutura empírica auditiva e visual independentes e fundamental auditiva; (h) ocorrência minoritária de dificuldades relacionadas à veiculação dos significados indissociáveis de representações visuais e sem relação sensorial; (i) ocorrência minoritária de dificuldades em episódios particulares interativos.

3.2 Viabilidade de comunicação: foram identificadas 122 viabilidades de comunicação, agrupadas em razão de dez linguagens. Essas linguagens constituíram-se em função das seguintes estruturas empíricas: (a) fundamental auditiva, (b) auditiva e visual independente e (c) tátil-auditiva interdependente.

Em relação ao aspecto semântico-sensorial, os significados veiculados estiveram relacionados a quatro estruturas: (a) significados indissociáveis de representações não-visuais. Ex. massa, força e temperatura; (b) significados vinculados às representações não-visuais. Ex. deslocamento, velocidade, aceleração, área, formas geométricas, etc; (c) significados sensorialmente não relacionáveis. Ex. energia, tempo e campo gravitacional; d) significados de relacionabilidade sensorial secundária. Ex. aspectos e fatos históricos.

As dez linguagens geradoras de viabilidade comunicacional e exemplos das mesmas são apresentados no Quadro 4 (partes 1 e 2).

Linguagens acessíveis	Frases dos licenciandos
Fundamental auditiva/significado indissociável de representações não-visuais	Antes de Newton força era relacionada somente a esforço físico, e esforço físico a gente tem que ter o contato. E a gente sabe que para colocar um corpo em movimento a gente tem que colocar uma força nele, tem que empurrar, tem que puxar.
Auditiva e visual independentes/significado de relacionabilidade sensorial secundária	Newton foi um dos personagens mais influentes na ciência ocidental
Fundamental auditiva/significado vinculado às representações não-visuais	A forma da terra é redonda e achatada
Auditiva e visual independentes/significado vinculado às representações não-visuais	Energia potencial gravitacional é a massa vezes a gravidade vezes a altura
Fundamental auditiva/significado sem relação sensorial	Trabalho é algo que consome energia

QUADRO 4 (parte 1) – Exemplos de linguagens geradoras de viabilidades comunicacionais.

Linguagens acessíveis	Frases dos licenciandos
Tátil-auditiva interdependente/significado vinculado às representações não-visuais	Essa daqui é a bala do meu canhão, eu peguei um fósforo e queimei a cordinha que tinha aqui, ai rebentou assim e ele veio forte e foi para cá, para esse lado aqui, e o canhão foi para traz (foto 1).
Fundamental auditiva/significado de relacionabilidade sensorial secundária	Modelo corresponde a imaginar como algo é.
Auditiva e visual independentes/significado indissociável de representações não-visuais	A quantidade de movimento depende da massa do objeto.
Tátil-auditiva interdependente/significado indissociável de representações não-visuais	Para este prego de ponta grossa penetrar na madeira tem que bater com uma grande força.
Auditiva e visual independentes/significado sem relação sensorial	Entorno da Terra tem uma região denominada campo gravitacional.

QUADRO 4 (parte 2) – Exemplos de linguagens geradoras de viabilidades comunicacionais.

Na sequência, explicita-se, por meio do Quadro 5, a relação entre o perfil linguístico gerador de viabilidade comunicacional e o contexto onde esses perfis foram empregados.

Contexto comunicacional (direita) Linguagem (abaixo)	Episódio não-interativo	Episódio interativo	Episódio particular interativo	Quantidade horizontal
Fundamental auditiva/significado indissociável de representações não-visuais	18	10	7	35
Auditiva e visual independentes/significado de relacionabilidade sensorial secundária	27	0	0	27
Fundamental auditiva/significado vinculado às representações não-visuais	10	6	1	17
Auditiva e visual independentes/significado vinculado às representações não-visuais	12	5	0	17
Fundamental auditiva/significado sem relação sensorial	3	5	0	8
Tátil-auditiva interdependente/significado vinculado às representações não-visuais	0	1	4	5
Fundamental auditiva/significado de relacionabilidade sensorial secundária	5	0	0	5
Auditiva e visual independentes/significado indissociável de representações não-visuais	2	2	0	4
Tátil-auditiva interdependente/significado indissociável de representações não-visuais	0	0	2	2
Auditiva e visual independentes/significado sem relação sensorial	2	0	0	2
Quantidade/porcentagem/vertical	79	29	14	Total 122

Quadro 5 – Relaciona as variáveis: momento, padrão discursivo e linguagens acessíveis.

De acordo com o Quadro 5, as principais características das viabilidades comunicacionais são as seguintes: (a) predominância do emprego de linguagens de estruturas empíricas fundamental auditiva e auditiva e visual independentes; (b) predominância da veiculação de significados vinculados e indissociáveis de representações não-visuais e de relacionabilidade sensorial secundária; (c) emprego minoritário de linguagens de estrutura empírica tátil-auditiva interdependente; (d) veiculação minoritária dos significados sem relação sensorial; (e) predominância da ocorrência de viabilidades nos episódios não-interativos; (f) ocorrência minoritária de episódios particulares e interativos; (g) relação destacável entre episódio não-interativo e veiculação de significados de relacionabilidade sensorial secundária; (h) significados sem relação sensorial foram veiculados de forma minoritária em episódio não-interativo e majoritária em episódio interativo; (i) linguagens de estrutura empírica tátil-auditiva interdependente foram utilizadas majoritariamente em episódio particular interativo e (j) não se verificou a relação: viabilidade de comunicação/ linguagem de estrutura empírica audiovisual interdependente.

3.3 Dificuldade de operação matemática: foi identificada em 14 ocasiões. Refere-se à não participação efetiva do aluno com deficiência visual em atividades que envolveram a efetuação de cálculos. Essas atividades foram realizadas predominantemente em episódios não-interativos e com o emprego de linguagem de estrutura empírica audiovisual interdependente. 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: demonstração gráfica do significado de velocidade instantânea, demonstração das equações de movimento, raio da terra dividido pela distância terra-sol, demonstração matemática da segunda lei de Newton, demonstração da velocidade limite no problema da força de resistência do ar, produto escalar (definição de trabalho), demonstração do teorema trabalho energia cinética, cálculo da expressão da energia potencial elástica, operação com números representados na forma de potência, demonstração da equação da elipse e suas propriedades (leis de Kepler).

Um aluno vidente quando equaciona e resolve matematicamente um problema físico, pensa sobre o que vai calcular, escreve os dados 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 não proporciona ao aluno com deficiência visual as condições de simultaneidade, já que, esta escrita é realizada na parte oposta do papel. Explicando melhor, quando um aluno cego escreve em Braile, ele, com um objeto chamado “punção”, 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.

3.4 Viabilidade de operação matemática: foi identificada em quatro 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 particulares interativos e com o emprego de linguagem de estrutura empírica fundamental auditiva.

Os cálculos realizados com sucesso pelo aluno cego foram os seguintes: obtenção da velocidade média, do produto massa x velocidade (quantidade de movimento), da pressão (força dividido por área) e do volume de um cubo.

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.

3.5 Dificuldade segregativa: foi identificada em cinco 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 não-interativos, 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”.

3.6 Dificuldade de operação de software: foi identificada em uma ocasião. Refere-se à utilização de software para a resolução de problemas e equações físicas. Para o caso aqui analisado, o software empregado foi o “modelo” e o problema físico enfocado foi o da resistência do ar durante a queda de um objeto. Este software resolve equações. Para tanto, deve-se escrever a equação no local determinado e inserir valores e unidades para as constantes. O programa opera os dados fornecidos e apresenta um gráfico que descreve a relação entre as variáveis envolvidas.

O contexto em que o software foi empregado foi o seguinte: o micro em que o programa estava instalado encontrava-se conectado a um data show que projetava informações em uma tela. O licenciando digitou a equação e atribuiu valores às constantes. Um gráfico referente à resolução da equação foi projetado e o licenciando fez algumas considerações a cerca do mesmo. Isto ocorreu num episódio não interativo e com o emprego de linguagem de estrutura empírica audiovisual interdependente. Todos os fatores mencionados impediram que o discente cego tivesse acesso às informações apresentadas pelo software. Este por sua vez, não possuía interface auditiva e sua operação dependia da observação visual dos elementos de interação.

3.7 Viabilidade de apresentação de modelos: foi identificada em duas ocasiões. Refere-se à apresentação, por parte do aluno cego, de modelos explicativos de fenômenos ligados à mecânica. Ocorreu em episódios particulares interativos e com o emprego de linguagens de estruturas empíricas tátil-auditiva interdependente e fundamental auditiva. Nesses ambientes, o aluno com deficiência visual e os licenciandos alternaram-se como interlocutores. Assim, o discente cego teve a oportunidade de expressar-se.

Os modelos, relacionados ao significado de pressão, foram os seguintes: (a) modelo para perfuração: O discente cego apresentou um modelo para explicar a maior perfuração do prego de ponta fina em relação ao de ponta grossa. Segundo seu modelo, a perfuração do prego de ponta fina é semelhante ao movimento de queda da folha de papel amassada e a perfuração do prego de ponta grossa ao da folha de papel aberta. Isto explica a maior facilidade do prego de ponta fina em perfurar a madeira; (b) modelo de força x perfuração: o discente cego apresentou um modelo que relaciona a intensidade da força aplicada ao prego com a distância por ele perfurada. Segundo argumentou, quanto maior a força maior a perfuração do prego na madeira.

3.8 Viabilidade de experimento: foi identificada em duas ocasiões. Refere-se à participação efetiva do aluno com deficiência visual em atividades experimentais. Esse tipo de viabilidade esteve ligada à realização de experimentos participativo e demonstrativo, em episódios interativos e com o emprego de linguagens de estruturas empíricas tátil-auditiva interdependente e auditiva e visual independentes. Os experimentos realizados foram os seguintes:

Experimento 1: teve por objetivo analisar o movimento de queda. Para sua realização, foi utilizado um dicionário e folhas de papel (hora abertas e hora amassadas). Num primeiro momento, o licenciando deixou cair, simultaneamente, dicionário e folha de papel aberta. Posteriormente, deixou cair folha aberta e amassada, e dicionário e folha de papel amassada. Em todos esses momentos, o licenciando descreveu oralmente o que havia ocorrido. Vale destacar que o discente com deficiência visual realizou observações auditivas das quedas dos objetos. Tanto as observações auditivas quanto as descrições orais forneceram as condições para a participação efetiva do discente cego em debate realizado sobre o experimento 1.

Experimento 2: teve por objetivo analisar a conservação da quantidade de movimento de um sistema isolado de corpos. Para tanto, foi utilizado o seguinte aparato experimental: (1) plataforma de madeira com 21 cm de comprimento por 7,5cm de largura; (2) três pregos pequenos fixos da seguinte maneira: dois nos cantos de uma das extremidades e um no centro da outra extremidade da plataforma; (3) um pequeno elástico semelhante aos de prender dinheiro; (4) um pedaço de linha de costura (aproximadamente 20 cm); (5) uma rolha ou objeto semelhante; (6) 20 lápis e (7) caixa de fósforos (foto 1). Para realizar o experimento, siga os seguintes passos: (1) prenda o elástico nos dois pregos colocados nos cantos de uma das extremidades da plataforma de madeira; (2) puxe o elástico e com o barbante prenda-o ao outro prego; (3) coloque no elástico esticado a rolha; (4) coloque toda esta estrutura sobre os 20 lápis e (5) queime com o fósforo a linha que prende o barbante. A rolha será lançada e a plataforma de madeira irá para traz (experimento retirado de: www.fc.unesp.br/~lavarda).

O discente com deficiência visual reconheceu pelo tato o equipamento experimental, realizou e observou o experimento por meio do tato e audição. Tais procedimentos foram adequados à participação efetiva do discente na atividade experimental. Ele se interessou tanto pelo experimento que construiu um equipamento semelhante em sua casa (foto 2).



FOTO 1 – Equipamento experimental sobre conservação da quantidade de movimento linear.

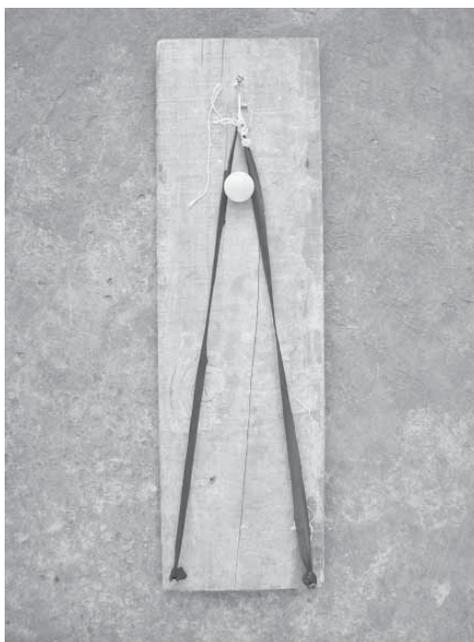


FOTO 2 – equipamento semelhante construído pelo aluno com deficiência visual.

3.9 Viabilidade de apresentação de hipótese: foi verificada em uma ocasião. Sua ocorrência esteve relacionada à episódio particular interativo e ao emprego de linguagem de

estrutura empírica fundamental auditiva. Essa viabilidade refere-se à situação em que o discente apresentou relação de causa e efeito para explicar fenômeno relacionado à mecânica.

A hipótese foi a seguinte: o discente explicou o amassamento de uma lata de refrigerante. Esta lata, após ter sido aquecida, foi introduzida no interior de um recipiente com água. Hipótese do discente: “o ar de dentro dela não deixou entrar água e a pressão da água a amassou”;

CONCLUSÃO

Como conclusão, são apresentados os Quadros 6 e 7. 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.

Classe/dificuldade/inclusão	Estrutura empírica predominante	Estrutura semântico-sensorial predominante	Contexto predominante
Comunicação	Audiovisual interdependente	Significados vinculados às representações visuais	Episódios não-interativos
Operação matemática	Audiovisual interdependente	Significados vinculados às representações visuais	Episódios não-interativos
Segregativa	Audiovisual interdependente	Significados vinculados às representações visuais	Episódios não interativos
Operação de software	Audiovisual interdependente	Significados vinculados às representações visuais	Episódios não-interativos

QUADRO 6 – classes e características intrínsecas das dificuldades de inclusão.

Natureza/viabilidade/inclusão	Estrutura empírica predominante	Estrutura semântico-sensorial predominante	Contexto metodológico predominante
Comunicação	Fundamental auditiva e auditiva e visual independentes	Significados vinculados e indissociáveis de representações não-visuais; significados de relacionabilidade sensorial secundária	Episódios particulares interativos
Operação matemática	Fundamental auditiva	Significados vinculados às representações não-visuais	Episódios particulares interativos
Apresentação de modelos	Tátil-auditiva interdependente e Fundamental auditiva	Significado vinculado às representações não visuais	Episódios particulares interativos
Experimento	Tátil-auditiva interdependente e Auditiva e visual independentes	Significados vinculados às representações não-visuais	Episódios interativos
Apresentação de hipóteses	Fundamental auditiva	Significado indissociável de representações não-visuais	Episódios particulares interativos

QUADRO 7 – Classes e características intrínsecas das viabilidades de inclusão.

Como mostra o Quadro 6, foram identificadas quatro classes de dificuldades de inclusão. A predominante foi a comunicacional, seguida da operação matemática, da segregativa e da operação de software. Essas classes estiveram relacionadas, majoritariamente, a episódios não-interativos comuns a todos os alunos e ao emprego de linguagem de estrutura empírica audiovisual interdependente.

Já as viabilidades de inclusão (Quadro 7) estiveram relacionadas à cinco classes funcionais. A predominante também foi a comunicacional, seguida pela de operação matemática, de apresentação de modelos, de experimentos e de apresentação de hipótese. Essas classes caracterizaram-se pelo emprego de linguagens de estruturas empíricas fundamental auditiva, auditiva e visual independentes e tátil-auditiva interdependente. O contexto predominante de ocorrência das viabilidades foi o episódio particular interativo.

Esses dados contribuem ao entendimento da organização das atividades de mecânica 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, 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 audiovisual interdependente, estrutura predominante entre as linguagens inacessíveis ao discente cego.

Finalizando, a comunicação representa variável central à participação efetiva do discente cego em aulas de mecânica. Ambientes interativos contribuem à criação de situações comunicacionais adequadas entre videntes e deficientes visuais. Ambientes comunicacionais adequados tem o potencial de incluir o discente cego junto a 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

- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. Lisboa: Edições 70, 1977. 225p.
- 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*. 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, 2000. 218f.

CAMARGO, E. P.; NARDI, R. O emprego de linguagens acessíveis para alunos com deficiência visual em aulas de eletromagnetismo. *Acta Scientiae*. Revista de Ensino de Ciências e Matemática. v.10, n.1, p.97-118, 2008.

CARVALHO, E. N. S.; 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.; BURTON, G. *Mais do que palavras: Uma introdução à teoria da comunicação*. 4.ed. São Paulo: Cortez, 1990.

EISENCK, M.; 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.; FRANÇA, V. V. (org). *Teoria da comunicação: conceitos, escolas e tendências*. 5.ed. Petrópolis: Vozes, p.11-25, 2005.

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

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. 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*. 5.ed. Rio de Janeiro: WVA Editora, 1999.

ZABALA, A. *A prática educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

Recebido em: mar. 09

Aceito em: jun. 09