

Ensino de Física e alunos com deficiência visual: Análise e Proposta de Procedimentos docentes de Condução de atividades de ensino.

Eder Pires de Camargo¹

Dirceu da Silva²

1) (Faculdade de Educação (Unicamp). E-mail: camargoep@uol.com.br

2) Faculdade de Educação (Unicamp). E-mail: dirceuds@uol.com.br

Resumo

O presente artigo objetiva fornecer a professores de Física, uma proposta para o ensino de conceitos dessa disciplina para alunos cegos e com baixa visão. Para tanto, apresenta uma análise da mediação docente de cinco atividades de ensino. As duas primeiras relacionam atrito e aceleração e a segunda e a terceira, gravidade e aceleração. A quinta atividade aborda a resolução de um problema aberto. As cinco atividades fundamentam-se em observações táteis e auditivas do objeto de estudo, e em interações sociais entre seus participantes. Dessa forma, a proposta apresentada objetiva viabilizar a inclusão escolar de alunos cegos ou com baixa visão, na medida em que fornece subsídios teóricos para a prática do ensino de Física a alunos com a mencionada deficiência.

Abstract

The aim of this article is to present a Physics teaching proposal for both blind and low vision students. This article shows an analysis of the teacher's mediation of the five learning activities. The first and the second activities were about Friction and Acceleration; the third and the fourth activities were about Gravity and Acceleration; finally, the fifth activity was about the resolution of an unstructured problem. These activities are based on students' tactile and hearing perceptions of the study object and on social interactions between the participants. Therefore, the proposal mentioned above is aimed at promoting the inclusion of people with visual deficiency in education world, also it provides theoretical basis for teaching Physics to those people.

Introdução

No Brasil a inclusão escolar de alunos com necessidades educacionais especiais (alunos com deficiência visual, auditiva, física e mental) devido às recomendações da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LEI Nº 9394/96, Artigo 4º), vem crescendo a cada ano (*Collucci, 2004*). Como indica o mesmo autor (*op. cit.*) segundo o Censo Escolar do Ministério da Educação o número de alunos com deficiências, matriculados no Brasil, cresceu 229% entre os anos de 1998 e 2003, passando de 43923 alunos em 1998, para 144583 estudantes em 2003. Com a inclusão, toda a escola deve se preparar, o que acarreta portanto, num reflexo prático muito importante. Uma abordagem de educação inclusiva busca apoiar a todos: professores, alunos, pessoal administrativo, para que se adaptem a uma realidade heterogênea, e obtenham sucesso na corrente educativa geral, diminuindo-se desta forma, os serviços segregados (*Doré et. al. 1996*).

Neste contexto, se por um lado as políticas de inclusão buscam viabilizar a efetiva presença de alunos com deficiências na rede regular de ensino, por outro, o atendimento das necessidades pedagógicas inerentes a esses alunos, passa sem dúvidas, pela formação do professor que terá a responsabilidade de realizar a transposição didática entre o conteúdo ensinado e o aprendiz. Como indica *Aranha (2004)* “embora nos últimos cinco anos tenha havido um significativo aumento de matrículas de alunos com necessidades educacionais especiais em escolas regulares, isto não tem garantido que a escola esteja sendo um contexto inclusivo, ou seja, que reconheça a diversidade, e a ela responda com qualidade didático-pedagógica”. Assim, se por um lado o acesso às escolas cresce

a cada ano, por outro a questão da capacitação de professores para o atendimento desses alunos encontra-se pouco explorada, portanto, necessita ser melhor discutida (*Aranha, op. Cit.*).

Dessa forma, focando a discussão da inclusão ao contexto do ensino de Física e dos alunos com deficiência visual, é de fundamental importância à execução de propostas que visem contribuir com a prática de sala de aula do professor de Física, haja vista que os alunos com deficiência visual começaram a “deixar seus guetos” assumindo espaços sociais como os da escola, do trabalho, etc, espaços estes que sempre foram deles, e que por questões relacionadas a paradigmas de normalização de comportamentos, foram-lhes retirados (*Aranha, 2000*). Dessa forma, propor atividades e estratégias metodológicas que visem auxiliar a prática docente na perspectiva das necessidades educacionais dos alunos com deficiência visual, vai além do caráter puramente escolar, extrapolando sem dúvidas, a um nível de discussão muito mais amplo e complexo, referente ao estabelecimento do indivíduo com deficiência visual na vida social como um todo.

Portanto, no presente artigo, são analisados procedimentos docentes de condução de cinco atividades de ensino de Física elaboradas para alunos com deficiência visual resultantes de uma pesquisa de doutorado concluída (*Camargo 2005*). A elaboração das atividades apoiou-se em três componentes práticos: tarefas, grupos e debates (*Wheatley, 1991*), e em três elementos de estrutura: Interação com o objeto de estudo, Resolução de problemas e Confronto de modelos (*Peres et. al. 1999*). As atividades mencionadas constituíram-se em um curso aplicado a um grupo formado por 8 alunos cegos e 1 com baixa visão frequentadores da instituição: Lar Escola Santa Luzia para Cegos, localizada na cidade de Bauru (SP). O curso foi estruturado em cinco encontros cuja dinâmica abordou a aceleração e a desaceleração de um objeto, tendo como pano de fundo dois fatores causadores do referido fenômeno, o atrito e a gravidade. A seqüência para a aplicação das atividades ficou definida da seguinte maneira: (1) Vivência do atrito parte A: observação e contextualização do fenômeno; (2) Vivência do atrito parte B: o atrito e o conceito de desaceleração; (3) O estudo qualitativo da aceleração por meio de um plano inclinado; (4) Queda dos objetos: análises qualitativas e quantitativas; (5) Problemas abertos: posição de encontro.

Obs: Tendo em vista as especificidades educacionais inerentes à deficiência visual, como: entrar em contato com o conteúdo de ensino sem o auxílio da visão, participar de procedimentos de avaliação sem o auxílio da visão, observar fenômenos sem o auxílio da visão, fazer registros em sala de aula sem o auxílio da visão etc, bem como, a experiência do primeiro autor do presente artigo relacionada ao seu desempenho como aluno, professor e pesquisador com deficiência visual, este texto limita o seu enfoque sobre a inclusão ao ensino de Física e à deficiência visual. Entende-se, contudo, que o tema das necessidades educacionais especiais estabelece relações de proporcionalidade direta entre amplitude, importância e complexidade, e merece urgentemente ser investigado. Na seqüência, apresenta-se a metodologia, bem como, a categoria para a análise dos procedimentos docentes utilizados durante a condução das atividades.

Metodologia

O referencial metodológico que se adequou ao cumprimento do objetivo do presente artigo é o qualitativo. A pesquisa qualitativa está fundamentada num exemplo dialético de análise, já que visa conhecer as várias formas de manifestação do objeto de estudo. Procurando comparar os dados recolhidos durante a pesquisa com a realidade existencial dos sujeitos envolvidos, busca descrever significados que são socialmente construídos (*Bogdan e Biklen, 1994*). De caráter subjetivo, dá ênfase as interações, sendo que suas técnicas de análise são orientadas pelo processo (*Patton apud Alves, 1991*). Como mencionado portanto, o referido referencial atendeu as necessidades metodológicas de coleta e análise dos dados cujas características principais serão apresentadas na seqüência.

Categoria de análise

A partir dos critérios estabelecidos para a realização de uma análise temática (Pré-análise; Exploração do material; Tratamento dos resultados e interpretação) (*Bardin, 1977*) e do conjunto de procedimentos utilizados pelo professor durante a condução das atividades de ensino de Física, elaborou-se uma categoria de análise denominada: Mediação, categoria esta que sintetiza os referidos procedimentos. A elaboração da referida categoria obedeceu ao seguinte critério: Inicialmente, identificaram-se nas atividades, procedimentos de mediação adotados pelo professor, procedimentos estes que tinham por objetivo a organização dos alunos, dos materiais, a ajuda para um aluno encontrar um determinado material ou equipamento, a atenção individual, a elaboração de sínteses de idéias, o questionamento e a apresentação de modelos. Tais procedimentos foram sintetizados em função de três elementos denominados: Elementos de mediação, elementos estes que se encontram discriminados na seqüência:

Elemento - I: Por meio de ações colaborativas e organizacionais. Este elemento de mediação refere-se a procedimentos de colaboração e organização adotados pelo professor durante a aplicação das atividades. A organização de grupos, a distribuição de materiais, a ajuda individual e/ou coletiva, a unificação de experiências, e a elaboração de sínteses conceituais, constituem o conjunto de ações a que este elemento de mediação se refere.

Elemento - II: Por meio de propostas. Este elemento de mediação refere-se a propostas de questões, problemas ou experimentos apresentados pelo professor no decorrer da atividade.

Elemento - III: Por meio da apresentação de modelos. Este elemento de mediação refere-se à apresentação de um modelo científico para um determinado fenômeno, feita pelo professor por meio de explicações, textos falados, ou do questionamento das concepções alternativas dos alunos.

A PRODUÇÃO DE UM CD: MATERIAL DE APOIO AUDITIVO

Com o objetivo de possuir um material didático de física com as seguintes características: (1) Ser inovador no sentido de disponibilizar textos, questões, eventos, no formato de áudio; (2) Ser de fácil utilização em sala de aula por alunos com deficiência visual e por professores; (3) Ser de fácil utilização por alunos com deficiência visual em momentos fora da sala de aula; elaborou-se um CD denominado: "O ensino de física no contexto da deficiência visual" como um dos materiais didáticos para alunos com deficiência visual, e utilizou-se o referido CD durante a aplicação das atividades. Este CD contém três textos falados, a gravação do problema central de cada atividade, das avaliações, e de um evento sonoro. Observa-se que as gravações foram realizadas em um estúdio e encontram-se disponíveis em (*Camargo 2005*) ou em: <http://www.fc.unesp.br/pos/ciclos/index.htm> (*clicar em Download e depois nos arquivos áudio.mp3*). Na seqüência apresenta-se os quites e artefatos desenvolvidos e que fazem parte das atividades aplicadas.

Quites e artefatos

Com o objetivo de proporcionar ao discente com deficiência visual condições de observar o fenômeno estudado e condições para análises (qualitativas e quantitativas) de situações problemas, construíram-se equipamentos e dispositivos que permitem ao referido discente o estabelecimento de interações auditivas e táteis com o objeto de estudo. Esses equipamentos e dispositivos encontram-se na seqüência apresentados.

Quite – 1: Bichos de pelúcia, tapetes, carpetes, diferentes tipos de toalhas plásticas e os seguintes tecidos: veludo, tecido felpudo e flanela. Cada material citado acima foi cortado em um tamanho aproximado de 0,5m de comprimento por 0,5m de largura. Lixas e palha de aço.

Quite - 2: Um pedaço de um cabo de vassoura de 30cm de comprimento, fixo perpendicularmente a uma pequena tábua de 30cm de comprimento por 20cm de largura. Com este objeto, pretende-se representar uma reta normal a uma superfície. Três pedaços de madeira de 5cm de largura por 15cm de comprimento, fixos paralelamente a uma pequena tabua de 30cm de comprimento por 20cm de largura. Pretende-se com este objeto, representar retas paralelas. Este material objetiva contribuir para a construção dos conceitos de força normal e de força de atrito, visto que, utiliza-se de um referencial tátil para a observação de retas dispostas perpendicularmente e paralelamente.

Quite – 3: Três superfícies, sendo uma áspera como uma lixa, outra bem lisa, e uma outra com um polimento intermediário. Blocos de madeira em formato de paralelepípedo, de mesmas superfícies, e diferentes massas. As massas dos blocos eram aproximadamente de: 100g, 300g, e 500g.

Quite - 4: Maquete do atrito: Uma superfície muito enrugada para representar macroscopicamente o atrito. Um objeto enrugado. Obs: Tanto a superfície quanto o objeto, devem permitir ao aluno com deficiência visual observar com o tato suas saliências.

Quite – 5: Este quite é constituído por quatro ímãs de intensidades de campos magnéticos diferentes E por alguns objetos sensíveis a atração magnética.

Artefato - 1: plano inclinado com interface sonora: Este artefato é constituído por uma tabua de 2m de comprimento por 15cm de largura, por um carrinho que contenha uma Sirene, e por blocos de madeira. Neste artefato, a superfície do plano inclinado deve variar espaços condutores (fitas de papel alumínio), e espaços isolantes (madeira). A dimensão dos espaços deve ser a mesma, ou seja, 19cm de superfície isolante seguido de 1cm de superfície condutora. De acordo com as medidas dispostas, haverá aproximadamente 10 espaços isolantes e 10 espaços condutores. Um carrinho, trazendo uma sirene conectada a um circuito aberto contendo dois fios condutores e duas baterias de 1,5V deve se mover sobre o plano inclinado. As duas pontas dos fios condutores devem estar do lado de fora do carrinho, em contato com o plano inclinado. Dessa forma, quando os fios estiverem em contato com a parte condutora do plano inclinado, o circuito se fechará e a sirene emitirá um som, e quando os fios tocarem a parte isolante do plano inclinado, o circuito se abrirá e o som não será emitido.

Artefato - 2: Interface sonora para queda dos objetos: Trata-se de um tubo de PVC de 1,80 m de altura com 102 mm de diâmetro interno. O referido tubo foi perfurado a cada 15 cm, e nesses furos, foram colocados sensores magnéticos para alarme. Quando abandonado da extremidade do tubo, um disco desliza dentro do mesmo com um ímã e ao passar pelos sensores, o ímã ativa o alarme. No topo do tubo, foi colocada uma chapa dobrada por onde o papel (fita para marcador de tempo) é alimentado e preso ao disco. No topo da estrutura fica a bobina com um oscilador e um potenciômetro que permitem ajustar a frequência mais adequada de impacto para a agulha que perfura o papel enquanto o disco cai dentro do tubo.

Na seqüência, apresenta-se a análise dos procedimentos docentes utilizados durante a aplicação das atividades.

Análise dos procedimentos docentes de condução das atividades.

Será apresentado na seqüência uma análise dos procedimentos de mediação docente empregados por ocasião da aplicação de cinco atividades de ensino de física em um grupo de nove alunos com deficiência visual. Observa-se que em tal análise abordou-se de maneira discreta aspectos discentes como: observação dos fenômenos, declarações em debates, e aprendizagem de conceitos. Tais aspectos podem ser obtidos com detalhes em (Camargo 2005). Portanto, a análise que se segue tem como foco a mediação docente de atividades de ensino de física para alunos com deficiência visual, e pretende fornecer subsídios teóricos e práticos à professores que lecionam física em ambientes educativos que contemplam a presença de alunos com a característica considerada.

É importante destacar antes da apresentação da análise dois aspectos: (1) Os alunos participantes das atividades tinham idade mínima de 16 anos e máxima de 35 anos e freqüentavam o ensino regular ou pretendiam voltar a freqüentá-lo. (2) O professor que aplicou as atividades tem deficiência visual - baixa visão.

ATIVIDADE (1): VIVÊNCIA DO ATRITO: PARTE A: OBSERVAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO FENÔMENO

O objetivo da atividade (1) foi o de proporcionar condições para que alunos com deficiência visual reconhecessem por meio do referencial do atrito, diferentes objetos e superfícies, a fim de contextualizar o estudo do referido fenômeno. A mencionada atividade teve um tempo de duração de 44 min, e seu desenvolvimento prático se fundamentou em três momentos: (a) Momento de interação com o fenômeno estudado; (b) Momento de propostas e de discussão de situações problemas (debate); (c) Momento de apresentação de modelos, sínteses e conclusões.

No início da atividade, por ocasião do momento de interação, o professor organizou os alunos em três grupos, e entregou a cada grupo um kit (1) (elemento: I). Após a formação dos grupos e da distribuição dos exemplares do kit (1), o professor propôs aos alunos para que observassem os materiais por meio do tato, esfregando as mãos sobre os mesmos, deslizando um sobre o outro, identificando dessa forma, diferenças e semelhanças entre eles (elemento: II).

As ações mediadoras adotadas pelo professor (elementos: I e II) mostraram-se adequadas para facilitar o estabelecimento de um contato inicial entre os discentes e algumas propriedades do atrito. Palavras como: “áspero, liso, agressivo, desliza, antiderrapante, aderência, gruda, raspa, atrita”, foram trazidas a tona pelos alunos indicando que determinadas propriedades relacionadas ao atrito estavam sendo observadas e começavam a ser discutidas por eles (ver Camargo e Silva 2004 a). Tais palavras foram fundamentais ao professor para que o mesmo pudesse organizar um debate (elemento: I) acerca de três questões propostas (elemento: II): (1) Diferenças e semelhanças observadas tatilmente entre os objetos, e entre as interações provenientes dos contatos desses objetos; (2) Situações do cotidiano dos alunos onde se encontram presentes questões relacionadas com as características observadas; (3) Situações onde o atrito pode ser encarado como necessário ou desnecessário.

Iniciado o debate, os alunos apresentaram e discutiram seis eventos da vida cotidiana relacionando-os às propriedades do atrito: (1) Diferentes calçados em diferentes pisos; (2) Tecidos de roupa diversificados em contato com diferentes bancos de ônibus; (3) Lavando e encerando; (4) Andando de patins; (5) Os pneus, o asfalto e as condições do tempo; (6) O nadador. Ao fim do debate, o professor buscando apresentar modelos científicos relacionados ao surgimento do atrito (elemento: III), e uma organização dos temas discutidos (elemento: I), utilizou-se de um toca CD para apresentar aos alunos um texto falado denominado: “Entre tapas e beijos” (*ouvir em: arquivo Audio1.mp3*).

“Na Física, a idéia de contato está relacionada à interação que surge quando objetos se tocam. Podemos entender essa idéia se pensarmos em nosso próprio corpo. Ele está equipado para sentir estas interações, que podem se manifestar sob as mais diferentes formas, produzindo uma grande variedade de sensações em nossa pele. Uma boa bofetada, por exemplo, corresponde a uma interação entre a mão de quem bate e a face de quem recebe, assim como um carinho. Do ponto de vista da Física essas duas interações são de mesma natureza. Uma diferença básica entre elas é a intensidade da força aplicada: um tapa, em geral, significa uma força muito mais intensa do que um carinho. Porém, há outra diferença importante entre o tapa e o carinho: a direção da força aplicada. Em um tapa, a força é na direção perpendicular à face da vítima e no carinho, em geral, essa força ocorre numa direção paralela à pele. Essa distinção também ocorre em outras situações em que existe o contato entre os objetos. Em batidas, chutes, pancadas, beijos, espetadas, ou mesmo simplesmente quando um objeto se apóia sobre outro, temos forças que agem na direção perpendicular ou normal à superfície dos objetos e por isso são denominadas forças normais. Em outros casos, a força aparece na direção paralela à superfície. É o que ocorre em situações como arranhões, raspadas, esfregadas,

deslizamentos, etc. Em geral, essas forças recebem o nome de forças de atrito. Portanto, os efeitos das forças de contato entre objetos dependem da maneira como são aplicadas, paralela ou perpendicular à superfície. Mas não é só isso que influi. Também são importantes: a intensidade da força, as características dos objetos e de suas superfícies, e o tempo em que eles permanecem em contato” (Copelli, et. al. 1998).

Por meio dos eventos cotidianos “tapa” e “carinho” abordados no texto, foram apresentados pelo professor dois tipos de interação entre superfícies, a interação perpendicular à superfície (tapa), e a interação paralela à superfície (carinho), (elemento: III). O professor com a finalidade de apresentar aos alunos um referencial sonoro (papapa) explicou batendo sua mão perpendicularmente à mesa, (elemento: I), que ao contrário das interações perpendiculares, o atrito surge das interações paralelas entre superfícies (elemento: III). Deslizando sua mão paralelamente à mesa e produzindo um ruído (xixixixi), (elemento: I), ele procurou evidenciar as diferenças existentes entre os dois referidos tipos de interação, e mostrar que o atrito surge das interações paralelas, (elemento: III).

Em seguida o professor a fim de explicar individualmente as diferenças entre as duas interações citadas, locomoveu-se entre os alunos. Pegando em suas mãos e interagindo-as com a mesa das maneiras descritas, ou seja, batendo-as levemente e esfregando-as à mesa (elemento: I), ele apresentou aos alunos, as definições de “perpendicular” e “paralelo”, relacionando a primeira ao conceito de “força normal” e a segunda ao de “força de atrito”, (elemento: III). O professor notou durante a audição do texto, que havia a necessidade de apresentar aos alunos a referida explicação, já que, o texto abordava a relação citada. Dessa forma, ele interrompia a fala do texto, e depois de dar as explicações que julgava necessária, ligava novamente o toca CD dando continuidade à exposição do mesmo (elemento: I). Observou-se que durante a fala do texto, os alunos se mostravam muito atentos e concentrados ao seu conteúdo. Ao final da fala do texto, encerrou-se a atividade (1).

Conclui-se que os procedimentos adotados pelo professor durante a aplicação da atividade (1), proporcionaram aos alunos as condições para que os mesmos: (1) Observassem propriedades do atrito por meio do tato; (2) Relacionassem suas observações a eventos da vida cotidiana; (3) Apresentassem e discutissem tais eventos; (4) Recebessem instruções sistematizadas acerca de modelos e sínteses relacionadas ao conceito de atrito. Dessa forma, a atividade (1) ao contextualizar o fenômeno do atrito, proporcionou condições adequadas para que o professor trabalhasse com mais profundidade algumas propriedades Físicas do atrito, trabalho este que foi reservado para a atividade (2) na seqüência apresentada.

ATIVIDADE (2): VIVÊNCIA DO ATRITO: PARTE B: O ATRITO E O CONCEITO DE DESACELERAÇÃO

Os objetivos da atividade (2) eram proporcionar ao discente com deficiência visual, as condições para: (a) Compreender o atrito como resultado do contato e do deslizamento de uma superfície sobre outra; e (b) Observar tatilmente o comportamento do movimento de blocos de madeira sobre superfícies de diferentes polimentos (o conceito de desaceleração). A referida atividade teve um tempo de duração de 57 min, e seu desenvolvimento prático se fundamentou em três momentos: (a) Momento de experimentação; (b) Momento de discussão de problemas; (c) Momento de exposição de modelos.

Tal qual na atividade (1), no início da atividade (2) o professor dividiu aleatoriamente os alunos em três grupos (elemento: I). Depois da formação dos grupos, o professor objetivando retomar a discussão dos conceitos de “força normal” e “força de atrito”, distribuiu a cada grupo um kit (2) (elemento: I). O professor com o auxílio do referido kit e tocando nas mãos dos alunos (elemento: I), explicou-lhes novamente os conceitos de “reta normal” e “retas paralelas”, relacionando-os aos conceitos de “força normal” e “força de atrito” (elemento: III). Por meio do texto falado apresentado na atividade (1) (Entre tapas e beijos) e do kit (2.1), os alunos conseguiram

discutir os conceitos de reta normal e retas paralelas. Dessa forma, a utilização do referido kit no início da atividade (2), representou a partir de um referencial tátil, a retomada da discussão sobre o atrito, discussão esta contextualizada na atividade (1).

Dando seqüência ao desenvolvimento da atividade (2), o professor distribuiu aos grupos o kit (3) (elemento: I) e ligou o toca CD no problema central da atividade (2) que foi falado aos alunos (elemento: I) (*ouvir em: arquivo Audio2.mp3*):

"Quais são os principais fatores que influenciam o movimento do bloco? O "peso" do objeto é importante? Seu formato é importante? Ambos são importantes? Como podemos descobrir?"

Após as referidas ações organizacionais do professor, o mesmo propôs aos alunos (elemento: II) para que interagissem com os materiais do kit (3). Depois da referida proposta, os alunos movimentaram de várias maneiras os blocos de diferentes massas sobre as diferentes superfícies. Exemplo: com as mãos constantemente sobre os blocos fazendo um tipo de vai e vem, empurrando e tirando as mãos, mudando o lado de contato com a superfície de apoio, fazendo os blocos passarem de uma superfície para outra (momento de experimentação).

Conscientes do problema central da atividade (2), e podendo interagir livremente com os objetos do kit (3) os alunos mostraram-se motivados para discutir algumas questões que surgiam entre eles (de forma não sistematizada) durante o momento de experimentação. Dessa forma, o professor organizou um debate (elemento: I) para que os alunos pudessem discutir de forma sistematizada as questões apresentadas (momento de discussão de problemas), propondo para ser discutido em tal debate, três outros problemas que em conjunto, representavam o problema central (elemento: I): Influência do "peso" na mobilidade dos blocos, Influência da área de contato na mobilidade dos blocos, Influência do polimento das superfícies de apoio na mobilidade dos blocos. Durante o debate, os alunos discutiram as seguintes relações: (a) influência da intensidade do atrito na desaceleração de um bloco; (b) proporção direta entre força aplicada a um bloco e distância percorrida por ele; (c) proporção direta entre velocidade de um bloco e distância percorrida por ele; (d) maior ou menor dificuldade para mover blocos sobre superfícies mais ou menos polidas; e (e) Dimensão das faces de apoio x dificuldade para mover os blocos. Cabe ressaltar que a discussão das relações consideradas em conjunto com a discussão realizada anteriormente sobre forças normal e paralelas, proporcionaram condições para que o professor apresentasse em momentos futuros da atividade, as principais propriedades do atrito, bem como, sua relação com a aceleração de um objeto (elemento: III).

Encerrados os momentos de experimentação e de discussão de problemas, o professor deu seqüência ao andamento da atividade (2) adotando os seguintes procedimentos de mediação (Momento de exposição de modelos): (1) Distribuiu para cada grupo de alunos, os kits (2 e 4) (elemento: I). (2) Expôs aos alunos por meio de explicações orais e táteis, o modelo de Coulomb para o atrito (elemento: III). (3) e (4) (procedimentos simultâneos) ligou o toca CD no texto falado (texto sobre o atrito (elemento: I)) e expôs aos alunos por meio de explicações orais e táteis, o modelo eletromagnético para o atrito (elemento: III). (5) relacionou por meio de explicações orais o atrito à desaceleração (elemento: III).

Após entregar a maquete do atrito aos grupos de alunos e permitir que os mesmos a observassem por um tempo, o professor explicou fazendo-os tocar (elemento: I) nos materiais do kit (4), que as superfícies dos referidos materiais representavam superfícies ao nível atômico, ampliadas (elemento: III). Este procedimento de mediação foi adotado pelo professor individualmente junto a cada aluno. Naquele momento o professor, ao propor que os alunos tentassem mover o bloco sobre a superfície (materiais do kit (4)) (elemento: II), apresentou aos mesmos o modelo de Coulomb para o atrito (elemento: III). Explicou o professor que de acordo com Coulomb: "a causa do atrito se deve a

existência de irregularidades entre as superfícies em contato, que se encaixariam umas nas outras, dificultando o deslocamento relativo entre elas” (Gaspar, 2000).

O professor, contudo, enfatizou que o modelo de Coulomb para o atrito não era o mais atual (elemento: III). Visando aprofundar as explicações acerca do tema estudado, ligou o toca CD no texto (texto sobre o atrito) para que o mesmo fosse ouvido pelos alunos (elemento: I) (*ouvir em: arquivo Audio3.mp3*).

Para iniciarmos o movimento de um bloco que está apoiado sobre uma superfície, sentimos uma certa resistência. Geralmente, assim que o movimento do bloco se inicia, essa resistência diminui. Isto ocorre, pois, quando fazemos a superfície de um corpo escorregar sobre a de outro, cada corpo exerce sobre o outro, uma força paralela às superfícies. Essa força é denominada força de atrito. A força de atrito sobre cada corpo tem sentido oposto ao seu movimento em relação ao outro corpo, e dessa forma, as forças de atrito se opõem ao movimento, nunca o favorecem.

Em nosso dia a dia, o atrito exerce uma função fundamental. O movimento de um carro, por exemplo, só é possível porque existe uma força na direção e no sentido do movimento do mesmo. O processo é basicamente o seguinte: a queima do combustível no motor provoca o movimento de pistões que é transmitido para as rodas, e conseqüentemente para os pneus. Esses, através de uma força de contato empurram o chão para traz (ação) e o chão empurra o carro para frente (reação). Sem essa reação que também é uma força de contato ou de atrito, o carro não sairia do lugar se os pneus deslizariam sobre o asfalto. Se não houvesse o atrito, ou seja, se tudo fosse muito liso e escorregadio, caminhadas, corridas, passeios de carro, de ônibus etc., se tornariam quase que impraticáveis. Segurar um punção ou mesmo ler um texto em Braille, seriam tarefas complexas.

A força de atrito entre um par qualquer de superfícies secas, não lubrificadas, obedece a duas leis empíricas: (1) É aproximadamente independente da área de contato, dentro de amplos limites; (2) É proporcional à força normal.

Vamos tentar entender a força normal analisando um caixote cheio de areia sobre uma mesa. O caixote, sob a ação da gravidade, (Força Peso) é comprimido contra a superfície da mesa. Que reage com uma força igual em intensidade, mas em sentido contrário, denominada força normal. Assim, a força normal é uma força perpendicular à superfície de apoio, exercida por esta ao objeto.

Do ponto de vista macroscópico, a área real de contato entre dois objetos é muito pequena, limitando-se a alguns pontos. Sendo assim, a pressão nesses pontos é bastante grande, o que provoca a união dessas pequenas regiões. Na maquete do atrito (kits-2.3) representamos em detalhe a área de contato entre um caixote e uma mesa. Observe que o contato ocorre apenas em pequenas regiões da base do caixote. O atrito surge da necessidade de quebrar essas uniões quando se tenta fazer um objeto deslizar sobre outro. Iniciado o deslizamento, as uniões já existentes são quebradas e outras são formadas.

O que diferencia uma determinada superfície de outra, é, a natureza dessa superfície, bem como, sua condição de polimento e de lubrificação. Entretanto, como representado na maquete (kits-2.3), ao nível atômico, mesmo a superfície mais cuidadosamente polida está longe de ser plana. Portanto, o atrito depende da natureza, do grau de polimento dos materiais que formam os objetos, e da lubrificação entre eles. Se as superfícies de contato forem polidas e lubrificadas, a intensidade dos contatos nas uniões será menor, diminuindo a força de atrito. Dessa forma, para atenuar os efeitos do atrito costuma-se colocar lubrificantes entre as duas superfícies, pois, os óleos diminuem os números de uniões entre as mesmas (Resnick e Halliday, 1984 e Gonçalves e Toscano, 1997).

Após os alunos terem ouvido o texto, o professor apresentou-lhes o modelo eletromagnético para o atrito (elemento: III). Explicou o professor aos alunos, que a força de atrito entre superfícies rígidas não lubrificadas, deve-se 90% a forças de adesão, de natureza eletromagnética, e 10% da força de atrito deve-se aos encaixes e desencaixes sugeridos por Coulomb (elemento: III) (Gaspar, op. cit.). Com a finalidade de retomar as relações entre: o atrito e o peso, o atrito e a área de contato, e o atrito e a aceleração, o professor recapitulou algumas relações estabelecidas pelos alunos por ocasião do momento de discussão de problemas (elemento: I).

O professor enfatizou que alguns alunos haviam observado por meio do tato, que quanto maior a massa do bloco, maior deveria ser a força aplicada a ele para movê-lo sobre as superfícies (elemento: I). Naquele momento, o professor diferenciou os conceitos de massa e peso, conceitos estes freqüentemente compreendidos como iguais (elemento: III). Colocando o texto no trecho que fala sobre a força normal e utilizando-se do kit (2), o professor organizou (elemento: I) e apresentou por meio de explicações orais e táteis, uma das leis empíricas do atrito (lei 2) que estabelece uma relação direta entre a força de atrito e a força normal (elemento: III).

Assim que explicou a relação entre força normal e força de atrito, o professor enfocou a relação entre força de atrito e dimensões da área de contato do bloco (primeira lei empírica acerca do atrito) (elemento: III). Considerando as dificuldades de se observar por meio do tato que a força de atrito independe das dimensões da área de contato do bloco, o professor apresentou oralmente a referida lei empírica (elemento: III).

Finalizando a atividade (2), o professor sintetizou as relações entre o atrito, a força normal e a área dos blocos (elemento: I), e relacionou a intensidade do atrito ao movimento (elemento: III). Enfatizou as observações táteis dos alunos relacionadas à dificuldade de mover blocos em condições diferenciadas de polimento, e estabeleceu a influência do atrito na mobilidade dos blocos, e por consequência, em sua aceleração. Destaca-se que as explicações do professor somente foram possíveis de serem apresentadas devido à introdução dos referenciais táteis e auditivos contidos nas maquetes e no CD. As expressões e os termos utilizados pelo professor (elementos da Física), não eram desconhecidos dos alunos que observaram e discutiram muitos dos fenômenos sintetizados. Portanto, as explicações orais, o CD, bem como a maquete serviram, além de reunir os elementos discutidos, apresentar aos alunos um modelo para o atrito, bem como, sua relação com o fenômeno da aceleração. Na seqüência, apresenta-se a análise dos procedimentos docentes realizados por ocasião da aplicação da atividade (3).

ATIVIDADE (3): O ESTUDO QUALITATIVO DA ACELERAÇÃO POR MEIO DE UM PLANO INCLINADO

A atividade (3) objetiva dar ao discente com deficiência visual as condições para que ele construa o conceito de aceleração da gravidade. Para tanto, facilita a observação auditiva da variação da velocidade de um carrinho que se move sobre um plano inclinado. O tempo de duração da atividade (3) foi de 56 min, E seu desenvolvimento prático se organizou em três momentos: (a) Momento de experimentação; (b) Momento de discussão de problemas; (c) Momento de exposição de modelos.

No início da atividade (3), o professor dividiu aleatoriamente os alunos em grupos (elemento: I). Após a divisão dos grupos, o professor mostrou aos alunos de maneira individual, como funcionava o artefato (1). Deixando-os tocarem no plano inclinado e no carrinho, explicou como era o funcionamento do mesmo, ou seja, o porquê do plano inclinado possuir fitas de papel alumínio a cada 19 cm, e o porquê dos fios que fecham o circuito da sirene ficarem do lado de fora do objeto móvel (elemento: I).

Assim que conheceram o artefato (1), o professor propôs aos alunos para que observassem o movimento do carrinho sobre o plano inclinado (elemento: II) (momento de experimentação). Os alunos faziam o carrinho descer e subir o plano inclinado, e observavam com interesse e concentração o movimento do mesmo por meio dos sinais emitidos pela sirene. Tal observação tornou-se possível devido à variação dos intervalos de tempo entre dois sinais consecutivos emitidos pela sirene durante a descida ou durante a subida do carrinho no plano inclinado. Prosseguindo com a atividade, o professor ligou o toca CD em seu problema central (elemento: I) (*ouvir em: arquivo Audio5.mp3*).

Explique a variação do intervalo de tempo dos sinais emitidos pela sirene durante a subida e durante a descida do carrinho no plano inclinado.

Depois de ouvirem o problema central, o professor propôs aos alunos para que tentassem explicar a variação dos sinais da sirene (elemento: II). Atendendo a proposta do professor, os alunos enquanto interagiam com os objetos do artefato (1), discutiam de uma forma não sistematizada possíveis soluções para o problema central. O professor então, a fim de gerar um momento sistematizado de discussão, organizou um debate entre os alunos acerca de suas observações

(elemento: I) (momento de discussão de problemas). Os momentos de experimentação e de discussão de problemas se mostraram eficazes, pois, proporcionaram aos alunos as condições para que o fenômeno gravitacional pudesse ser observado e discutido. Em tal debate, as relações entre tempo, velocidade e aceleração, bem como, o fenômeno gravitacional de ação à distância, foram os temas principais discutidos entre os discentes. A motivação em debater os temas considerados, deveu-se à busca de soluções ao problema central, às condições de observação do movimento do objeto sobre o plano inclinado proporcionadas pelo artefato (1), e às atitudes de mediação adotadas pelo docente, atitudes estas fundamentadas na organização de materiais e de idéias dos alunos (elemento: I), e na proposta de temas a serem debatidos (elemento: II). Dessa forma, gerou-se as condições para que o professor pudesse apresentar o modelo científico acerca do tema gravitacional, apresentação esta que deu-se por ocasião do momento de exposição de modelos.

Prosseguindo com a realização da atividade (3), o professor visando trabalhar o conceito de ação à distância (momento de exposição de modelos), adotou os seguintes procedimentos de mediação: (1) Distribuiu para cada grupo de alunos, o kit (5) (elemento: I). (2) Ligou o toca CD no texto "Gravidade" (elemento: I). (3) Expôs aos alunos por meio de explicações orais e táteis, o conceito de ação à distância (elemento: III). Assim que o professor entregou aos grupos de alunos o kit (5), ocorreu na atividade um momento de observação. Tal observação, ou seja, a de um fenômeno de ação à distância, teve por objetivo fornecer um referencial tátil a alunos com deficiência visual, acerca de um fenômeno conhecido e semelhante ao gravitacional.

O professor tocando nas mãos dos alunos fez com que eles observassem por meio do tato, a ação à distância entre ímãs (elemento: I). Colocando um ímã sob a mesa e outro sobre a mesa, mostrou aos alunos que a ação magnética não age em alguns materiais como a madeira (elemento: I). Interagindo com os ímãs, os alunos ficaram surpresos como eles se atraíam ou se repeliam, e com o fato da madeira não sofrer ação do campo magnético. O professor então ligou o toca CD no texto "Gravidade" (elemento: I) (*ouvir em: arquivo Audio6.mp3*).

Você é capaz de imaginar como seria viver sem peso? O que aconteceria se a gravidade deixasse de existir? Se isto ocorresse, não haveria justificativa para que tudo aquilo que se encontra apoiado sobre a superfície da Terra permanecesse assim: nós, os automóveis, a água dos oceanos, a atmosfera, vagariamos pelo espaço. E se a gravidade não desaparecesse, mas fosse apenas muito pequena, que alterações ocorreriam na nossa forma de viver? Andar por exemplo, seria bem diferente, pois o tempo necessário para erguer o pé e fazê-lo retornar ao solo seria bem maior. Além disso, o atrito entre o pé e o chão seria menor, o que dificultaria nossos movimentos. Escutar os sons também seria diferente, porque em um lugar de pequena gravidade, não há atmosfera, e o som precisa de meio material para se propagar. Portanto, as ondas sonoras utilizariam como meio o nosso próprio corpo e o solo.

Estamos tão acostumados à gravidade terrestre que esquecemos como ela influencia nossa forma de viver. Podemos pensar numa situação aqui na Terra, nada agradável, mas equivalente a uma situação de "aparente ausência de peso". Imagine-se dentro de um elevador, cujo cabo se rompe e o sistema de segurança não funciona. O elevador despenca. O que ocorreria com o peso dos passageiros? O elevador cai devido à gravidade, as pessoas perdem contato com o piso, "flutuam" e têm a sensação de "ausência de peso". Todos caem simultaneamente e não há como medir o peso das pessoas ou dos objetos dentro do elevador. Quando uma balança cai em queda livre, é impossível medir o peso de qualquer objeto que se coloque sobre ela, porque ele não pressiona a balança. Embora exista o peso do objeto, a balança não consegue medi-lo. Dessa forma, só não haveria peso se existisse um local onde não houvesse gravidade.

As situações em que há uma aparente "ausência de peso" chamam-se estado de imponderabilidade. Se uma pessoa estiver em estado de imponderabilidade, poderá facilmente carregar um caminhão. Em compensação, registrar anotações não é nada fácil, uma vez que ocorre também ausência de contato para apoio e, portanto, de atrito. Tente imaginar como seria difícil abrir a gaveta de um armário sem apoio e sem atrito.

Fisiologicamente, algumas alterações também ocorrem no estado de imponderabilidade. Fica mais fácil ao coração bombear o sangue para todas as regiões do corpo; a pressão para baixo, sobre a coluna vertical, deixa de existir. Aliás, o "para cima" e o "para baixo" perdem completamente o significado, pois também deixa de existir uma direção privilegiada (Adaptado de Gonçalves e Toscano, 1997, p 124).

Assim que o texto foi falado, o professor expôs oralmente o modelo gravitacional de ação à distância, diferenciando-o da ação magnética (elemento: III). Observa-se que a discussão efetuada

no debate, o artefato, os materiais do kit (5), bem como, o texto “Gravidade”, facilitaram ao professor a exposição oral do modelo gravitacional, pois, esses materiais contextualizaram muitos elementos conceituais como: velocidade, aceleração, gravidade, ação à distância.

Finalizando, conclui-se que a atuação do professor efetivada em seus procedimentos de mediação e na utilização dos materiais da atividade (3), Foi capaz de motivar os alunos e proporcionar aos mesmos, condições para que eles: (1) Realizassem experimentos sobre a aceleração da gravidade; (2) Observassem e analisassem por meio de referenciais auditivos e táteis, o fenômeno da ação à distância; (3) Observassem e analisassem por meio do referencial auditivo, variações de velocidade (o fenômeno da aceleração); (4) discutissem o problema central; e (5) recebessem instruções sistematizadas acerca de modelos e sínteses relacionadas ao fenômeno gravitacional. Todavia, a discussão acerca do referido fenômeno teve continuidade na atividade (4), atividade esta que sobre o enfoque dos procedimentos de mediação docente será na seqüência analisada.

ATIVIDADE (4): QUEDA DOS OBJETOS

Os objetivos da atividade (4) foram os de viabilizar ao aluno com deficiência visual a observação auditiva e tátil da queda de um objeto, bem como, a análise quantitativa desse movimento por meio do cálculo da velocidade média e da aceleração. Dessa forma, os objetivos da atividade (4) são complementares e colaborativos aos da atividade (3). A presente atividade teve um tempo de duração de 58 min e seu desenvolvimento prático se fundamentou em três momentos: (a) Momento de conhecimento do artefato (2) de observação e de tomada de dados acerca do fenômeno “queda dos objetos”; (b) Momento de análises qualitativas e quantitativas do fenômeno estudado; (c) Momento de generalizações e conclusões.

No início da atividade (4) (momento de conhecimento do artefato – 2), após os alunos terem sido divididos em grupos (elemento: I), o professor explicou detalhadamente a eles, o funcionamento do artefato (2) (elemento: I). Naquele momento os alunos manipulavam o fio de nylon que segurava o disco, deixavam o disco cair e ouviam a variação do som proveniente dos alarmes durante a queda do disco dentro do tubo. O professor explicou o funcionamento do marcador de tempo, o porquê da fita de papel dever ficar solta e não presa ao rolo de papel e a função dos alarmes colocados a cada 15cm (elemento: I). Obs: Utilizou-se um pedaço de fita de papel de aproximadamente 2m de comprimento com marcações em alto relevo de 1cm. Essas marcações, feitas ao longo de toda fita, tinham por objetivo, proporcionar ao aluno com deficiência visual as condições para que o mesmo obtivesse as distâncias entre os pontos marcados na fita de papel pelo marcador de tempo. Um outro aspecto a ser ressaltado, é o de que a disposição da fita de papel solta e não em forma de rolo se mostrou mais eficaz, já que, a utilização da mesma na forma de um rolo, fazia com que durante a queda do objeto, o papel se rompesse coisa que não ocorria com a fita solta.

Os alunos naquele momento da atividade tinham liberdade de tocar o artefato (2), bem como, deixar cair o objeto dentro do tubo a fim de observarem o som da queda. Para que os alunos compreendessem bem o que é um marcador de tempo (vibrador), um outro aparelho similar em funcionamento, contudo sem agulha, foi mostrado a eles (elemento: I). O som dos alarmes chamava muito a atenção dos alunos. O professor também propôs para que os mesmos percebessem por meio do tato a ação gravitacional exercida pela Terra ao disco, segurando o fio de nylon (elemento: II). Os alunos utilizando-se do fio de nylon puxavam e deixavam cair o objeto dentro do tubo de formas diferentes, provocando diferentes variações no intervalo de tempo do som proveniente dos alarmes durante a queda do disco. O vibrador foi ligado e o professor solicitou que os alunos ouvissem a vibração proveniente do contato da agulha com a chapa dobrada, para que os mesmos distinguíssem

o som do vibrador do som dos alarmes (elemento: II). O professor deixou cair o objeto dentro do tubo, e os alunos observaram auditivamente a queda do disco por meio dos sinais do alarme (elemento: I). Por fim o papel foi preso ao disco com o auxílio de um ajudante vidente, e o professor deixou cair o disco preso à fita de papel dentro do tubo para se obter as marcas provenientes do vibrador (elemento: I). Em seguida o ajudante vidente furou o papel a cada 5 tiques com uma marca maior, e essa fita foi entregue posteriormente aos grupos para análise. Esse procedimento foi repetido junto aos três grupos.

Após terem realizado observações do movimento de queda do disco e coletado dados sobre o mesmo, no início do segundo momento da atividade (4) o professor entregou a cada grupo a fita marcada correspondente (elemento: I). O professor perguntou aos grupos o que eles podiam notar na fita (elemento: I) e os alunos notaram logo de início a diferença entre as marcas deixadas pelo vibrador e as marcas espaçadas de 1cm. Como comentado anteriormente, na fita havia dois tipos de marcas. As feitas pelo vibrador e destacadas pelo ajudante vidente, que ficavam mais ao centro do papel, e as marcas de 1cm, um pouco mais acima, feitas antes da experiência. O professor aproveitando-se da referência às marcas centrais apresentadas pelos alunos, explicou que duas marcas consecutivas, eram marcas devido a cinco tiques do vibrador (elemento: I), e assim as diferenças entre as marcas centrais e superiores foram explicadas à cada grupo. O professor explicou que as distâncias entre as marcas centrais consecutivas significavam distâncias que o disco havia percorrido dentro do tubo em certo intervalo de tempo, e esse intervalo de tempo era o mesmo para todas as distâncias percorridas. Dessa forma, o professor tocava na mão dos alunos, e colocava, pacientemente e repetindo quantas vezes fossem necessárias, seus dedos junto às marcas superiores e inferiores do papel a fim de explicitar suas diferenças (elemento: I).

Depois das explicações do professor, os alunos começaram a apresentar valores para as medições na fita, o que evidenciou a eficácia da disposição das marcas de um centímetro na parte superior da fita de papel. O processo de medição por meio do tato era o seguinte: Um dos dedos indicadores (por exemplo o da mão esquerda) era colocado sobre a primeira marca central, e o outro dedo indicador (por exemplo o da mão direita) era colocado paralelamente ao outro dedo, nas marcas superiores. Em seguida, o dedo que estava sobre a primeira marca era levado a segunda marca, e o dedo que estava sobre as marcas de 1cm contava a distância entre a primeira e segunda marca. Esse processo era repetido para a obtenção das distâncias entre as marcas seguintes. Dessa forma, os alunos obtiveram valores para marcas consecutivas na fita de papel, e por meio de tais marcas, tornou-se possível o cálculo de velocidade e aceleração, bem como, ao professor, discutir, trabalhar e precisar tais conceitos (elemento: III).

Destacou o professor que as velocidades médias correspondentes aos intervalos de tempo de 5 tiques (unidade de tempo correspondente a cinco toques consecutivos do vibrador na fita de papel) poderiam ser obtidas dividindo-se a distância entre as marcas e o intervalo de tempo (5 tiques) (elemento: III), e que a aceleração de queda do disco poderia ser obtida dividindo-se a variação da velocidade média pelo intervalo que ocorreu tal variação (elemento: III). O professor pôde também abordar questões de unidades de medidas, e características dos movimentos como a velocidade constante ou variável e a aceleração constante ou variável (elemento: III). Dessa forma, utilizando o artefato (2) e seguindo as orientações do professor, os alunos calcularam valores de velocidade média e de aceleração de queda do disco dentro do tubo, articulando conceitualmente as diferenças entre essas grandezas, bem como, as unidades dessas grandezas (ver Camargo 2005).

Finalizando, conclui-se que a atuação do professor efetivada em seus procedimentos de mediação e na utilização do artefato (2), foi capaz de motivar os alunos e proporcionar aos mesmos, condições para que eles: (1) Realizassem experimentos sobre a aceleração da gravidade; (2) Observassem por meio do referencial auditivo o movimento de queda de um disco; (3) Coletassem e

analisassem dados relacionados à variação de velocidade; e (4) Efetuassem cálculos de velocidade e aceleração. Na seqüência, apresenta-se a análise dos procedimentos de mediação adotados pelo professor por ocasião da aplicação da atividade (5).

ATIVIDADE (5): PROBLEMAS ABERTOS: POSIÇÃO DE ENCONTRO

O objetivo da atividade (5) foi o de trabalhar junto aos alunos com deficiência visual, um problema aberto, de referencial observacional auditivo, cujas soluções, exigem a análise do fenômeno físico envolvido, a formulação de hipóteses, e a realização de várias tentativas e aproximações (Sánchez *et al*, 1995). A referida atividade teve um tempo de duração de 40 min, Sua estrutura se fundamentou na busca de soluções ao problema aberto, e seu desenvolvimento prático se constituiu em dois momentos: (a) Momento de audição da situação problema, e (b) Momento de busca de soluções ao problema aberto. Para o cumprimento do objetivo da presente atividade, elaborou-se a gravação da seguinte situação problema (*ouvir em: arquivo Audio9.mp3*).

Um carro se aproxima de uma ferrovia. O motorista nota por meio do som do apito e das rodas do trem, o movimento do mesmo. Conseguirá o motorista do carro frear o veículo para que não haja colisão?

A gravação da referida situação problema obedeceu a seguinte estrutura: Em primeiro lugar, gravou-se o som do carro se movendo, em seguida, o som do trem apitando e se movendo, em seguida, novamente o som do carro, depois, outra vez o som do trem apitando e se movendo, e por fim, o som do carro e do trem simultaneamente. A fim de complementar o problema aberto, ao final do referido evento, colocou-se a gravação da questão: Conseguirá o motorista do carro frear o veículo para que não haja colisão?

No início da atividade, o professor ligou o toca CD na situação problema, e a mesma, sem a questão final foi apresentada aos alunos (elemento: I). Houve a necessidade de se colocar duas vezes a gravação para que os alunos ouvissem com detalhes o evento da possível colisão entre o carro e o trem. Após a segunda exibição da situação problema, o professor deixou o toca CD falar a questão que havia sido gravada ao final do evento do carro e do trem, e propôs aos alunos para que descrevessem o que interpretaram acerca do que ouviram (elemento: I). Devido à proposta do professor, os alunos apresentaram descrições como: “o carro estava saindo, entrando em movimento”, “o carro e o trem já estavam em movimento”, “pelo ruído eu acho que não haverá colisão”, “a velocidade do trem está muito devagar”. Tais descrições indicam que os alunos a ouvirem a gravação da situação problema, começavam a imaginar eventos que relacionavam o movimento do carro e do trem. Esse processo de imaginar possíveis eventos nos quais o carro e o trem poderiam colidir ou não, foi fundamental para a discussão das variáveis físicas que definem a posição de encontro de dois móveis.

Dando seqüência à atividade o professor organizou um debate no qual, os alunos apresentaram suas soluções para a questão da situação problema (elemento: I). Três soluções foram apresentadas pelos alunos para a não colisão entre o carro e o trem: Carro e trem movendo-se em trajetórias paralelas; carro e trem movendo-se em trajetórias não paralelas, sendo que o carro passa primeiro que o trem pelo ponto de intersecção de suas trajetórias; Carro e trem movendo-se em trajetórias não paralelas, sendo que um dos veículos freia e para antes do ponto de intersecção de suas trajetórias. As variáveis apresentadas pelos alunos que dentro das soluções podem influenciar a não ocorrência de colisão entre o carro e o trem foram as seguintes: Direção das trajetórias dos veículos, distância, dimensão dos veículos, velocidade, aceleração, atrito e peso.

Conclui-se portanto, que a atuação do professor efetivada em seus procedimentos de mediação e na aplicação do evento sonoro foi capaz de motivar os alunos e proporcionar aos mesmos, condições para que eles: (1) Observassem por meio do referencial auditivo um evento

sonoro; (2) Propusessem e discutissem diferentes soluções possíveis para um problema aberto; e (3) Utilizassem e articulassem grandezas trabalhadas em atividades anteriores.

CONCLUSÃO

Como conclusão, apresentam-se algumas orientações didáticas gerais que podem auxiliar o trabalho do professor de Física que leciona conteúdos dessa disciplina a alunos cegos ou com baixa visão.

Solidez: O conhecimento do aluno com deficiência visual é construído principalmente por meio da audição e do tato (*Lowenfeld, 1983*). Segundo esse autor, para que um aluno com deficiência visual realmente compreenda fenômenos físicos que ocorrem, os professores devem apresentar-lhe objetos que possam ser notados e manipulados (observados), e por este motivo, os materiais didáticos desenvolvidos e aqui apresentados foram estruturados de tal forma que a observação dos fenômenos estudados e a posterior análise dos mesmos, pudessem se dar sobre referenciais não visuais.

Unificar experiências: A experiência visual como indica *Lowenfeld (op. cit.)* tende a unificar o conhecimento em sua totalidade. Para esse autor, um aluno com deficiência visual tem dificuldades em obter essa unificação, a não ser que os professores lhe apresentem experiências como “unidades de experiência”. Neste sentido, é necessário que o professor por meio de procedimentos de mediação coloque todos os alunos em contato com a experiência concreta real, e unifique tais experiências por meio de explicações orais e táteis, bem como de seqüências.

Aprender fazendo: Para que alunos com deficiência visual tenham possibilidades de compreender conteúdos físicos, é necessário iniciá-los na auto-atividade. Como *Lowenfeld (op. cit.)* sugeriu que, a visão domina uma boa parte dos estágios da aprendizagem que representam a base para muitos dos processos intelectuais superiores, é fundamental oferecer aos alunos com deficiência visual as programações sistemáticas de experiências não visuais como: tocar em suas mãos, fazer determinados ruídos, disponibilizar-lhes textos, eventos e questões sonoras, visto que, por meio de tais programações, os alunos podem interagir com o objeto de estudo.

Para finalizar, destaca-se que é necessário ao educador que trabalhe com alunos com deficiência visual dispor de engenho, paciência e energia. Engenho para propiciar práticas ao aluno para explorar o meio circundante e comunicar-se com as pessoas, utilizando para isso os sentidos e os recursos de que dispõe. Ao lado do engenho, é necessário paciência, para esperar e respeitar o ritmo do aluno e não ter pressa em vê-lo realizar as atividades. Não obstante, “engenho e paciência não são suficientes, é necessária energia para incentivar o aluno a participar e realizar por si as atividades, pois às vezes parece mais fácil e mais rápido fazer as coisas por ele, em vez de esperar e insistir para que execute a tarefa por si” (*Masine, 2002*).

Referências bibliográficas

- ALVES, A. J. O planejamento de pesquisas qualitativas em Educação. **Caderno de Pesquisa**, Fund. Carlos Chagas, São Paulo, (77): 53-61, maio 1991.
- ARANHA, M. S. F. Uma leitura sócio-histórica: A sociedade brasileira, a pessoa que apresenta necessidades especiais, a acessibilidade e a construção de uma sociedade inclusiva. In: ARANHA, M. S. F. (org) **Série: Pós-Graduação em Educação**. Universidade Estadual Paulista, campus de Marília, 2004.
- ARANHA, M.S.F. O processo de mobilização social na construção de um contexto comunitário inclusivo. In: OLIVEIRA, M.L.W. de (org.). **Inclusão e Cidadania**. Niterói: Nota Bene, p. 32-38, 2000.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977. 225 p.

- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Ed. 1994. 336 p.
- CAMARGO, E. P. O ensino de Física no contexto da deficiência visual: elaboração e condução de atividades de ensino de Física para alunos cegos e com baixa visão. Campinas, **Tese. Doutorado em Educação**, FACULDADE DE EDUCAÇÃO, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS, 2005.
- COLLUCCI, C. Cresce a inclusão escolar de deficientes. In: **Folha de São Paulo**, 22/02/2004
- COPELLI, A. C., Toscano, C., Teixeira, D. R., Silva, I. S., Pereira, J.A., Martins, J., Menezes, L. C., Piassi, L. P. C., Pelaes, S. B., Dias, W. S., Hosoume, Y: In: **(GREF) GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA**, Leituras de Física, Instituto de Física da USP. Disponível em: www.sbf.if.usp.br/gref, 1998.
- DORÉ, R. WAGNER, S. BRUNET, J. P. **Conditions d'intégration à l'école secondaire - Déficience intellectuelle** (título provisório). Em preparação, 1996.
- GONÇALVES, A.; TOSCANO, C. **Física e Realidade**. São Paulo: Scipione, 1997. 367 p. 1v, 1994.
- LOWENFELD, B. Berthold Lowenfeld on Blind ness and Blind People: **Selected Papers**. New York: American Foundation for the Blind, 1983.
- MASINI, E. F. S. A educação de pessoas com deficiências sensoriais: algumas considerações; in: **Do sentido, pelos sentidos pra o sentido: o sentido das pessoas com deficiências sensoriais**. Editora Vetor, 2002.
- PÉREZ, D. G., ALÍS, J. C., DUMAS-CARRÉ, A., MAS C. F., GALLEGO, R., DUCH, A. G., GONZÁLEZ, E., GUIASOLA, J., MARTÍNEZ-TORREGROSSA, J., CARVALHO, A. M. P., SALINAS, J., TRICÁRIO, H. VALDÉS, P. Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? **Enseñanza de la ciencia**, 18 (1), 1999.
- RESNICK, R., HALLIDAY, D. Mecânica da Partícula - I. In: **Física: Mecânica Clássica**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos editora, 1984.
- WHEATLEY, G.H. Construtivist Perspectives on Science and Mathematics Learning, 1991. **Science Education**, 75(1): 9-21.