

ATIVIDADE E MATERIAL DIDÁTICO PARA O ENSINO DE FÍSICA À ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL: QUEDA DOS OBJETOS

CAMARGO, Eder Pires

camargoep@lpnet.com.br

SILVA, Dirceu

dirceu@unicamp.br

Universidade Estadual de Campinas: Faculdade de Educação, R. Bertrand Russel, 801

Cidade Universitária "Zeferino Vaz", CEP: 13083-970

Campinas - São Paulo

Resumo

Este trabalho apresenta uma atividade de ensino sobre queda dos objetos elaborada para alunos com deficiência visual, os materiais desenvolvidos para a realização da mesma, e uma análise da aplicação dessa atividade à um grupo de alunos com a característica citada. A atividade e os materiais didáticos aqui expostos, buscam tornar o ensino do referido fenômeno, acessível à alunos com deficiência visual, visto que, as práticas de ensino de Física por concentrarem-se quase que totalmente em referenciais visuais, tem contribuído à exclusão dos mesmos. Pretende-se portanto, dar subsídios teóricos e práticos ao trabalho educativo do professor que leciona Física à alunos cegos ou com visão reduzida, haja vista a carência existente de pesquisas, de metodologias e de materiais relacionados à este tema.

Introdução

É compreensível que os estudantes com deficiência visual tenham grandes dificuldades com a sistemática do ensino de Física atual, visto que o mesmo, invariavelmente fundamenta-se em referenciais funcionais visuais (Masine, 2002). Apesar dos outros sentidos serem de grande importância para os indivíduos (Camargo, 2001), o sentido visão parece dominar toda e qualquer atividade que se realize no ambiente escolar. Anotações no caderno, textos transcritos na lousa, provas escritas, medições, entre outras, sentenciam o aluno com deficiência visual ao fracasso escolar e à não socialização (Mantoan, 2002).

Assim, que tipo de atitude pode ser adotada a fim de se adaptar ou mesmo construir uma prática educativa de Física que contemple não só as necessidades dos alunos videntes mas também as dos alunos com deficiência visual? Evidentemente que a resposta à tal questionamento se encontra principalmente no rompimento de atitudes e hábitos estabelecidos dentro das práticas educativas, e que se constituíram em modelos de "como se deve dar aula" ou de "como se deve avaliar" (Camargo e Silva, 2003a).

Portanto, pretende-se com este trabalho que é parte dos resultados parciais de um projeto de pesquisa em andamento (Camargo e Silva, 2003b), sugerir alguns direcionamentos ao ensino de Física à pessoas com deficiência visual. Para tanto, será apresentado uma atividade de ensino sobre queda dos objetos, o conjunto de materiais desenvolvidos para a realização da mesma, e uma análise da aplicação dessa atividade à um grupo de alunos com deficiência visual. Entende-se entretanto, que a atividade e os materiais aqui expostos, não fornecem "fórmulas prontas" ao que se refere à generalização de tal prática, pois são os contextos de sala de aula que indicarão aos seus participantes o "caminho a seguir" (Mantoan, 2002).

I. Características dos alunos participantes da atividade

O objetivo da atividade e dos materiais aqui apresentados, é tornar acessível o ensino do fenômeno “queda dos objetos” à alunos cegos ou com visão reduzida. Na elaboração de tal atividade, bem como, na produção dos materiais que a constitui, procurou-se tomar como referência, experiências observacionais não visuais, experiências estas, que permitem que indivíduos com deficiência visual interpretem e compreendam fenômenos físicos. Dessa forma, retirou-se o enfoque do ensino do fenômeno “queda dos objetos”, de referenciais exclusivamente visuais, pois, valorizaram-se na elaboração da atividade e dos materiais, outras formas de percepção como a auditiva e a tátil.

A atividade aqui apresentada, é parte de um conjunto de cinco atividades elaboradas para o ensino do conceito "aceleração" à alunos cegos ou com baixa visão. O referido conjunto de atividades, constitui-se em um curso já aplicado à um grupo de dez alunos deficientes visuais frequentadores da instituição “Lar Escola Santa Luzia para Cegos”, localizada na cidade de Bauru. Os alunos participantes da atividade, possuíam idade e formação escolar variadas, visto que, a referida instituição, local de aplicação das atividades, não fornece o ensino regular, mas funciona como uma instituição assistencialista, preocupando-se com o ensino do Braille, e com o trabalho de alguns de seus alunos. Portanto, é comum encontrar na instituição em questão, alunos matriculados no ensino regular ou supletivo, e que frequentam esta instituição para aprender o Braille ou algum trabalho manual.

Dos dez alunos que constituíam o número total de participantes do curso completo, sete alunos participaram da atividade aqui apresentada, sendo que desses sete, seis alunos eram cegos e um aluno possuía visão reduzida. A formação escolar dos discentes variava de ensino fundamental incompleto, até ensino médio completo, passando por ensino fundamental completo e ensino médio incompleto. A idade dos alunos não era menor que 16 anos.

A instituição “Lar Escola Santa Luzia para Cegos” possui em torno de vinte e cinco alunos. Os alunos que participaram do curso completo eram voluntários, já que todos foram convidados à participarem da atividade que foi ministrada. Entretanto, o número máximo de alunos que se havia planejado previamente para participar das atividades, não excedia a quinze. Esse número de alunos foi definido, pois julgou-se complexo a tarefa de se trabalhar com uma classe com mais de quinze alunos com deficiência visual, já que seria difícil atender a todos principalmente pelo fato da citada deficiência implicar em um aspecto pedagógico não desprezível.

II. Metodologia

A abordagem metodológica de pesquisa qualitativa conhecida como pesquisa quase-experimental (Selltiz et. Al. 1987), atendeu às necessidades da pesquisa aqui exposta, em relação à sua efetiva realização, pois, a mesma, trata-se de uma pesquisa qualitativa orientada por um caráter quase-experimental devido à aplicação de uma atividade de ensino de Física em um grupo de alunos com deficiência visual de uma instituição de ensino especial: “Lar Escola Santa Luzia para Cegos”.

Dessa forma, embora a abordagem metodológica aqui utilizada se aproxime de um modelo quase-experimental, é a qualidade do retorno fornecido pelos alunos devido ao processo que constitui a atividade aplicada, que configura o aspecto mais importante dos dados coletados. De acordo com Ludke e André, (1986), os estudos qualitativos apresentam algumas características das quais destacam-se: (a) a pesquisa qualitativa tem o pesquisador como seu principal instrumento para a coleta dos dados; (b) os dados coletados são

predominantemente descritivos; (c) a preocupação com o processo é muito maior do que com o produto.

Como apontam Morales e Moreno (1993): "os trabalhos qualitativos são marcados pela não manipulação de variáveis, pelo uso de procedimentos não padronizados tais como: entrevistas não sistematizadas ou coleta de dados em uma determinada realidade, pelo envolvimento do investigador na pesquisa, pelo não controle de variáveis estranhas ou pelo controle mínimo e pela não utilização de estatística". Portanto, a abordagem qualitativa de pesquisa não compreende um exame de dados numéricos, e sim, a análise de informações coletadas durante o processo à que são submetidos os sujeitos (Morales e Moreno, op. cit.).

Assim, como se pode notar a partir do trabalho aqui exposto, as características metodológicas descritas foram bastante pertinentes para a coleta e análise dos dados. Devido ao fato de que as informações acerca do fenômeno educativo observado surgiram em um contexto dinâmico de relações, a coleta de informações através de gravações sonoras e visuais e anotações feitas pelo pesquisador, revelou o caráter descritivo dos dados coletados, e se mostrou muito útil para sua análise.

A análise dos dados coletados possuiu um aspecto nitidamente qualitativo, centrada nas qualidades das falas e dos processos que os alunos apresentaram e foram submetidos, visando descobrir os núcleos de sentido que compõem uma comunicação cuja presença signifique algo para o objetivo analítico visado (Ludke e André, 1986; Moreira, 1988). Os dados foram classificados em categorias que são de acordo com Bardin (1977), classes que reúnem um grupo de elementos sob um título genérico, determinadas em razão dos caracteres comuns desses elementos. Tais classes bem como sua análise, encontram-se disponíveis no tópico (VI) deste texto.

III. Apresentação da atividade de ensino de Física: queda dos objetos

1) Objetivos: viabilizar ao aluno com deficiência visual, a observação auditiva e tátil da queda de um objeto, bem como, a análise quantitativa desse movimento através do cálculo da velocidade média e da aceleração.

2) Materiais a serem utilizados: (a) Tubo de PVC de 1,80 m de altura com 102 mm de diâmetro interno; (b) Sensores magnéticos para alarme; (c) Um disco metálico e um Ímã; (d) Chapa dobrada; (e) Bobina, oscilador e potenciômetro; (f) Peça de fita de papel para marcador de tempo de aproximadamente 2m de comprimento, solta e com marcações em alto relevo de 1cm em sua parte superior; (g) Um fio de Nylon de aproximadamente 3m de comprimento.

3) Montagem do artefato - Interface sonora para queda dos objetos: Para a realização desta atividade, desenvolveu-se com o auxílio de um aluno de graduação em Licenciatura em Física da UNICAMP, um equipamento que permite por parte de uma pessoa com deficiência visual, a observação auditiva do fenômeno da queda de um objeto. O referido artefato, possui também a propriedade de registrar em alto relevo o movimento de queda de um disco metálico em uma fita de papel. Este equipamento ganhou do Instituto de Física da UNICAMP, o prêmio de melhor trabalho de graduação do ano de 2002.

O equipamento trata-se de um tubo de PVC de 1,80 m de altura com 102 mm de diâmetro interno. O referido tubo foi perfurado à 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. Com este equipamento, um aluno com deficiência visual, pode observar auditivamente a queda do disco metálico dentro do tubo através do som emitido pelo alarme, e por meio das marcas deixadas no papel, fazer análises quantitativas.

4) Procedimentos: (a) Separar os alunos em grupos de no máximo três pessoas. Cada grupo, deverá realizar o experimento de deixar cair o disco preso à fita de papel dentro do tubo, observando assim, de maneira auditiva, a queda do mesmo. Durante a queda do disco, a fita de papel deve passar pelo marcador de tempo, a fim de que os tempos sejam registrados na mesma. Os grupos com a posse da fita de papel, deverão seguir os passos descritos: (b) escolher a unidade de tempo. (c) Escolhida a unidade de tempo, 5 tiques por exemplo, os grupos deverão numerar a fita de papel com intervalos inteiros de unidade de tempo. Para tanto, o professor ou o colaborador docente vidente deverá reforçar com a ajuda de um instrumento pontiagudo, as marcas escolhidas e deixadas na fita de papel pelo marcador de tempo. Definiu-se “*um tique*”, como sendo o tempo gasto pela agulha do vibrador para fazer duas marcas consecutivas na fita de papel. Denominou-se a unidade de tempo “*cinco tiques*” como “Décimo” para efeito de nomenclatura, já que julgou-se inconveniente para o aluno expressar escrita ou oralmente, um valor de velocidade em função da unidade de tempo “*cinco tiques*”, (por exemplo: 10cm por cinco tiques, ficaria 10cm por Décimo). Entretanto, a unidade de tempo “Décimo”, não representa a décima parte do segundo ou um décimo de segundo, ela é uma unidade de tempo arbitrária. (d). Solicitar aos alunos para que com o auxílio das marcas de 1cm em relevo, meçam o comprimento de cada intervalo numerado na fita de papel. Os valores deverão ser anotados em Braille. (e) Calcular a variação da velocidade, subtraindo o valor da velocidade média num intervalo de tempo, pelo valor da velocidade média no intervalo anterior. Repetir este procedimento em vários intervalos e comparar os resultados. (f) Calcular a aceleração em cada intervalo, dividindo a variação da velocidade pelo intervalo de tempo correspondente a essa variação.

5) Avaliação: Colocar para discussão entre os alunos, a seguinte questão: Como seriam as marcas deixadas por um vibrador em uma fita de papel presa à um objeto que se move com velocidade constante?

IV. Descrição da atividade aplicada

Como mencionado anteriormente, participaram dessa atividade, sete alunos deficientes visuais, que por motivos éticos serão identificados neste texto pelas letras A, B, C, D, E, F e G. O professor que aplicou as atividades, que é também o pesquisador e primeiro autor deste trabalho, é deficiente visual e está identificado no texto pela letra P. a aplicação da referida atividade levou um tempo aproximado de 1h, dividido da seguinte maneira: 20min para a observação do fenômeno; 20min para a análise qualitativa e quantitativa do fenômeno estudado; 20min para generalizações, conclusões e avaliação.

Nos primeiros 20min da atividade, os alunos divididos em três grupos tiveram acesso ao equipamento “Interface sonora para queda dos objetos”, e por meio dele, realizaram observações auditivas do fenômeno aqui discutido, e coletaram dados quantitativos sobre a queda do objeto através das marcações deixadas na fita de papel pelo marcador de tempo. Nos 20min seguintes, os alunos em grupos analisaram as marcas deixadas no papel, e fizeram cálculos de aceleração e velocidade. Nos últimos 20min o professor propôs uma questão aos

alunos a fim de que os mesmos pudessem ser avaliados, e para que generalizações e conclusões acerca do fenômeno pudessem ser feitas.

IV.i Primeira etapa da atividade: observação e tomada de dados acerca do fenômeno queda dos objetos

No início da atividade, os alunos foram divididos em três grupos, a saber: Grupo (1): alunos A e B, Grupo (2): alunos C e D, Grupo (3): alunos E, F e G. Após os alunos terem sido divididos em grupos, o professor explicou detalhadamente, o funcionamento do equipamento (interface sonora para queda dos objetos). Aqui, 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.

Os alunos nesse momento da atividade tinham liberdade de tocar o equipamento, bem como, deixar cair o objeto dentro do tubo a fim de observarem o som proveniente dos alarmes durante a queda do disco. 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. O som dos alarmes chamava muito a atenção dos alunos. O professor também pediu para que os mesmos, segurando o fio de nylon, percebessem tatilmente a ação gravitacional exercida pela Terra ao disco.

Os discentes 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 o som da vibração proveniente do contato da agulha com a chapa dobrada, para que os mesmos distinguíssem o som do vibrador do som dos alarmes. O professor deixou cair o objeto dentro do tubo, e os alunos observaram auditivamente a queda do disco através dos sinais do alarme. 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 da agulha do vibrador. Para não correr o risco da referida agulha não furar o papel em alguns pontos, anexou-se à mesma, uma carga de caneta. Dessa forma, além dos furos, obtinham-se marcas de tinta na fita de papel. 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.

Várias idéias que viriam motivar o restante da atividade foram elaboradas e explicitadas neste momento de observação. Declarações espontâneas como: "O som fica mais rápido", "é verdade! Ele faz: bi bi bi cada vez mais rápido", "Quando cai aumenta a velocidade", "que rápido!", "ele acelera quando cai", revelam idéias intuitivas dos alunos sobre o fenômeno estudado, e contextualizam o referido fenômeno em relação à conceitos diretamente relacionados ao movimento de queda de um objeto como: rapidez, velocidade, aceleração.

IV.ii Segunda etapa da atividade: Análises qualitativas e quantitativas do fenômeno estudado

Aqui será descrito o segundo momento da atividade que se constituiu na análise por parte dos discentes do movimento de queda do disco dentro do tubo. Para tanto, a fita marcada se mostrou fundamental, já que, trouxe consigo registros de distâncias e tempos, grandezas indispensáveis para o cálculo da velocidade e da aceleração.

Após terem realizado observações do movimento e coletado dados sobre o mesmo, cada grupo voltou ao seu lugar e o professor entregou-lhes a fita marcada correspondente ao seu grupo. O professor perguntou aos grupos o que eles podiam notar na fita. Como comentado anteriormente, na fita haviam dois tipos de marcas. As feitas pelo vibrador e destacadas pelo ajudante, que ficavam mais ao centro do papel, e as marcas de 1cm, um pouco mais acima, feitas antes da experiência. As diferenças entre as marcas centrais e superiores foram explicadas à cada grupo. 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 explicar suas diferenças.

O professor precisou ficar atento à simultaneidade de dúvidas que surgiam entre os grupos, e dessa forma, percorria os mesmos, e quando estava em um deles, dava explicações à seus participantes, procurando ouvir as discussões de outros grupos, já que estas se desenvolviam paralelamente. O professor explicou a necessidade da utilização de uma caneta colocada junto à agulha do vibrador, necessidade esta já discutida anteriormente.

Após estas explicações preliminares, a atividade foi conduzida para uma análise quantitativa do fenômeno estudado, ou seja, o cálculo de velocidades médias e da aceleração de queda do objeto. O professor solicitou aos alunos, que medissem as distâncias entre as marcas na fita. As marcas superiores de 1cm se mostraram muito eficazes para a obtenção das distâncias entre as marcas centrais. O professor explicou que as distâncias entre as marcas centrais consecutivas significavam distâncias que o disco percorreu dentro do tubo em um certo intervalo de tempo, e esse intervalo de tempo era o mesmo para todas as distâncias percorridas.

Após os alunos terem realizado as medidas de quatro marcas, o professor questionou-os sobre o significado dessas marcas, e solicitou que os mesmos verificassem se as marcas eram iguais ou diferentes. Disponibilizou-se aos alunos reglete e punção para serem anotados os valores medidos em Braille, contudo eles decoraram os valores das marcas. O professor explicou aos alunos que a unidade de tempo de "*cinco tiques*" seria denominada "*décimos*", e explicou também que essa unidade era uma unidade arbitrária, e não representava a décima parte do segundo. Os valores das quatro marcas encontradas pelos grupos ficaram em torno de 14cm, 17cm, 20cm, 23cm. Abaixo, encontram-se alguns trechos dos diálogos estabelecido entre o professor e os alunos deficientes visuais. Entretanto, não foi possível explicitar todo andamento da aula devido ao limite para a apresentação desse texto.

Trecho (1): Diálogo entre o professor e os alunos pertencentes ao g-2. Diálogo sobre o significado das distâncias obtidas e o tempo.

P: "o que significam as distâncias entre duas marcas?"

D: "significa uma distância que o objeto caiu em um certo tempo."

C: "e esse tempo, que tempo é esse"?

P: "Esse tempo é o tempo de cinco tiques": Professor faz com as mãos: (pa pa pa pa pa).

Trecho (2): Diálogo entre o professor e os alunos do g-1 sobre a variação das distâncias:

P: "O que significa o aumento verificado nas distâncias?"

B: "Significa que no primeiro intervalo de tempo, ele percorreu 14cm e no segundo, percorreu 17cm".

A: "então ele percorreu aqui 14 cm em 1 décimo", (conceito de velocidade) "e aqui 17 cm em 1 décimo, aumentou a velocidade dele." (conceito de aceleração).

Trecho (3): Diálogo entre o professor e os alunos F e A sobre o cálculo de velocidades médias.

P: "Para se calcular a velocidade média, divide-se a distância pelo tempo. Calculem a velocidade média em cada intervalo que vocês obtiveram".

F: "14 cm por décimo" (primeiro intervalo), "depois, 17cm por décimo" (segundo intervalo).

P: "Dessa forma no primeiro intervalo a velocidade média foi de 14cm por décimo, no segundo de 17cm por décimo, no terceiro foi de..."

A: "20cm por décimos e no quarto 23cm por décimos".

Trecho (4): Discussão entre o professor e alunos de vários grupos sobre os conceitos de velocidade e aceleração.

P: "A variação da velocidade média é constante? Ou seja, o quanto ela aumentou é constante? Ela está aumentando sempre uniformemente? Verifiquem isso, de quanto em quanto ela está aumentando?"

A: "teve uma variação, de 14cm para 17cm variou 3, de 17cm para 20 cm 3...".

B: "a nossa variou a primeira vez 2 e depois 3... mais ou menos."

C: "aqui deu 14cm por décimos, depois 16cm por décimos, e depois 20cm por décimos, a variação está dando 2cm, 4cm mais ou menos."

P: "para vocês vamos fazer uma média, 3,5 cm por décimo ok!"

A: "a nossa variou 3cm por décimos."

P: "O que está ocorrendo com a velocidade média?"

C: "está aumentando."

P: "por que a velocidade média aumenta?"

A: "Porque ele acelera, ele cai cada vez mais rápido".

P: "Quem faz ele cair cada vez mais rápido é a gravidade, a aceleração da gravidade, a terra atrai o objeto para baixo".

B: "quando ele sobe ele faz o mesmo processo?"

A: "ele sobe desacelerando, as velocidades na subida dariam cada vez menores".

F: "como podemos calcular a aceleração de queda do disco?"

P: Devemos verificar quanto foi o aumento da velocidade média, e dividir esse aumento pelo intervalo de tempo que foi 1 décimo".

A: "3cm por 1 décimo".

P: "a cada décimo que passa, a velocidade aumenta 3cm por décimo. Notem que a aceleração foi aproximadamente constante".

A: "é verdade! De 14cm para 17cm da 3, de 17 para 20 da 3 de 20 para 23 da 3"

P: "Respeitando as unidades, nós podemos dizer que esta é aproximadamente a aceleração da gravidade."

A: "Quer dizer que a gravidade faz a velocidade de queda dos objetos aumentar?"

P: "todo objeto que cai em queda livre na superfície terrestre, cai com a velocidade aumentando uniformemente."

IV.iii Terceira etapa da atividade: Generalizações conclusões e avaliação:

Aqui o professor fez uma síntese dos conceitos de velocidade média e aceleração e tentou obter uma generalização desses conceitos e uma extrapolação dos mesmos à outras situações. Explicou que se os valores obtidos fossem expressos em unidades conhecidas como o metro e o segundo, a aceleração da gravidade terrestre daria $9,8 \text{ m/s}^2$. Durante essa explicação do professor, o aluno A fez uma observação interessante.

Trecho (5): Observação do aluno A:

A: “no nosso caso as grandezas são outras. No nosso caso a velocidade aumenta 3cm por décimo a cada décimo”.

A fim de se obter generalizações e extrapolações, o professor propõe aos alunos a seguinte questão: Se o tempo não fosse de 1 décimo e sim 2 décimos, quanto daria a velocidade média de queda do disco no primeiro intervalo?

Trecho (6): Resposta do aluno C a questão colocada pelo professor:

C: “como a distância no primeiro intervalo foi de 14cm e o tempo é de 2 décimos, a velocidade daria 7 cm por décimo.

Para finalizar, o professor propõe aos alunos a questão avaliativa da atividade: Como seriam as marcas deixadas por um vibrador em uma fita de papel presa à um objeto que se move com velocidade constante? Para tanto, o professor liga o toca CD e a questão que estava gravada previamente em um CD desenvolvido para a aplicação do curso mencionado anteriormente, é colocada aos alunos.

Trecho (7): Respostas dos alunos à questão colocada:

A: “seriam iguais. No nosso caso a velocidade seria sempre por exemplo: 14 cm por décimo”.

C: “se a velocidade fosse constante, as marcas não estariam aumentando!”

F: “isso porque não teria aceleração.”

A: “se fosse uma desaceleração as marcas diminuiriam.”

P: “isso mesmo! Em cima disso podemos fazer uma outra pergunta: no caso de uma velocidade constante, quanto daria a aceleração?”

A: “se as marcas fossem todas iguais, a aceleração daria 0.”

E: “aceleração seria 0, 14 menos 14 da 0.”

D: “não tem como a aceleração dar 0?”

P: “no caso da queda livre não, mas, se você pegar o exemplo de um carro que se move sempre com a mesma velocidade, sua aceleração é 0.”

A: “no caso da queda do objeto a aceleração não é 0, ela tem um valor constante.”

B: “no nosso caso deu 3 cm por décimo, por décimo.”

V. Análise da atividade aplicada

Uma prática de ensino de Física desenvolvida junto à alunos com deficiência visual e, mediada por um professor com a mesma deficiência, foi aqui apresentada. Como descrito, o conteúdo de tal prática era o movimento de queda de um objeto. Neste tópico, será apresentada uma análise da referida prática, análise esta que se fundamentará nos seguintes aspectos: (a) motivacionais; (b) observacionais; (c) de inclusão; (d) pedagógicos.

Motivação dos alunos durante a realização da atividade: Do ponto de vista motivacional, tanto a atividade, quanto o equipamento desenvolvido atingiram seus objetivos, ou seja, trazer a atenção dos alunos deficientes visuais para a observação e para o estudo do fenômeno apresentado. Durante a primeira etapa da atividade, os alunos se mostraram muito interessados em manipular o equipamento (interface sonora), ou seja, deixar cair o disco dentro do tubo, puxar ele de volta com o fio de nylon, e com isto observar o som proveniente dos alarmes, tanto que o professor teve que interromper a participação dos alunos nessa etapa,

devido ao limite do tempo. Nas segunda e terceira etapas, os alunos permaneciam motivados, mediam as marcas na fita de papel, davam explicações aos seus colegas de grupo, faziam várias perguntas ao professor, e propunham problemas novos para serem discutidos. Como síntese da motivação dos alunos para estudar o fenômeno da queda de um objeto, apresenta-se a transcrição da fala de um aluno participante da atividade, o aluno A que ao fim da mesma, declarou: A: "*esse método de ensinar é bastante funcional, dá pra manipular as grandezas*". Acredita-se que tal motivação tenha explicação no segundo aspecto que será analisado, isto é, o observacional.

Importância da observação não visual: É evidente que a audição e o tato nunca farão um indivíduo cego enxergar (VIGOTSKI, 1997). A percepção do fenômeno da queda de um objeto feita por uma pessoa que não apresenta deficiências sensoriais, será sempre mais completa do que a percepção do mesmo fenômeno feita por uma pessoa deficiente visual. No caso dessa última ser cega, sua observação do referido fenômeno, ficará limitada à percepção do som proveniente do impacto do objeto descendente com o anteparo. O que ocorre do início do movimento de queda até instantes precedentes ao referido impacto, não é notado por ela (ver Camargo et. Al. 2000 e 2001).

Dessa forma, sobre o referencial observacional, o equipamento (interface sonora) se mostrou indispensável e muito eficaz para a observação da queda de um objeto por parte de alunos com deficiência visual, já que colocava-os em contato com o referido fenômeno. Eles podiam perceber auditivamente que o objeto caía e que caía cada vez mais rápido. Essa percepção tornou-se possível devido à diminuição do intervalo de tempo entre dois sinais emitidos pelos alarmes durante a queda do disco dentro do tubo. Portanto, um fenômeno que normalmente é apenas observado visualmente, o que é impossível à uma pessoa cega ou com baixa visão, por meio do equipamento desenvolvido tornou-se observável auditivamente. Esta mudança de referencial observacional, carrega um grande fator motivacional de um aluno com deficiência visual dentro de um ambiente educativo de física, já que, coloca o referido aluno com possibilidades concretas de observar o que está sendo estudado, fato que normalmente não ocorre, e que de acordo com Perez et. al. (1999), é fundamental. Para esses autores (op. Cit.) uma prática de ensino de Física deve contemplar considerações de interesse e relevância das situações propostas, que dêem sentido ao estudo e evitem que os alunos se vejam submergidos no tratamento de uma situação sem haver podido sequer formar uma primeira idéia motivadora. Para tal, a observação, mesmo que parcial do fenômeno estudado, é indispensável. Dessa forma, segundo Masine (1994), a descrição da totalidade dos fenômenos que se mostram nas situações que se desejam estudar, é condição fundamental para a educação escolar do deficiente visual.

Ambientes de ensino de física inclusivos e colaborativos: A primeira etapa da atividade também foi fundamental para a coleta dos dados que seriam analisados na etapa seguinte. Como mencionado anteriormente, uma fita de papel solta de seu rolo, de aproximadamente 2m de comprimento, marcada em alto relevo em sua parte superior por marcas (pequenos furos) espaçadas de 1cm, foi presa ao disco e colocada entre a agulha do vibrador e a chapa dobrada.

Devido ao fato do professor ser deficiente visual, um colaborador vidente se mostrou muito útil neste momento, já que, o mesmo, prendeu a fita de papel ao disco, e reforçou com uma agulha, determinadas marcas pré estabelecidas na fita, ações que o professor devido à sua deficiência visual não era capaz de fazer. Estes aspectos implicam uma dupla análise relacionada à presença de pessoas com deficiência visual em ambientes de ensino.

Em primeiro lugar destaca-se a importância de um colaborador do professor com deficiência visual que poderia ser caracterizado como colaborador docente, cuja função

estaria relacionada às atividades não pedagógicas dentro de uma sala de aula como atividades burocráticas, ou preparação de materiais como a preparação dos materiais descrita. Como aponta Mantoan (1998) na perspectiva de uma prática educativa inclusiva, a constituição do sistema educacional deve considerar as necessidades de todos os participantes de tal prática como os alunos e os professores, e tal sistema deve ser estruturado em função dessas necessidades. Desse modo, os custos relacionados a estas necessidades, como por exemplo, a contratação de um colaborador docente, devem estar embutidos nos custos próprios de determinada instituição, como mais um instrumento, ou um equipamento necessário a esta estrutura.

Em segundo lugar, enfoca-se o contexto colaborativo que ambientes de ensino deveriam possuir. Em outras palavras, considerando-se uma sala de aula regular que esteja preenchida por alunos videntes e deficientes visuais, seria perfeitamente viável tanto do ponto de vista pedagógico, quanto colaborativo, o estabelecimento de relações de ajuda entre esses indivíduos. Nesta perspectiva, o aluno deficiente visual e o aluno vidente poderiam ajudar-se mutuamente, tendo em vista o aproveitamento de suas potencialidades. Assim, no caso aqui exposto da fita de papel, o aluno vidente poderia ajudar um colega deficiente visual a prender o papel ao disco e a furar a fita nas marcas determinadas pelo professor, e o aluno deficiente visual, poderia chamar a atenção de seu colega vidente para as observações auditivas da queda do objeto. Estas ações poderiam trazer ricas discussões acerca do fenômeno estudado, discussões estas que estariam fundamentadas em observações de vários referenciais sensoriais, e por princípios colaborativos em substituição aos de competitividade.

Aspectos pedagógicos da atividade aplicada: Como se pode observar nos trechos descritos (etapas 2 e 3), a atividade e os materiais aqui apresentados, provocaram um debate entre os alunos e o professor sobre o movimento de queda do disco dentro do tubo. Eles durante 40 minutos aproximadamente (40min: soma dos tempos da segunda e terceira parte da atividade), trabalharam com os conceitos distância e tempo, fizeram cálculos de velocidade e aceleração, discutiram questões relacionadas a unidades de medida, propuseram problemas diferentes do que estava sendo discutido, como por exemplo o do movimento vertical ascendente, enfim, discutiram conceitos físicos. Neste sentido, a avaliação que se faz da atividade e do equipamento (interface sonora) é bastante positiva, já que, os alunos conseguiram fazer extrapolações de situações físicas, e prever resultados de problemas diferentes do estudado, além de trabalharem muito bem com o estudo do fenômeno proposto. Buscando uma síntese, por meio da atividade e dos materiais aqui apresentados, trabalhou-se junto aos alunos deficientes visuais, os seguintes conceitos Físicos:

Conceito de velocidade média: Através das marcas na fita de papel, a relação entre as grandezas distância e tempo, puderam ser trabalhadas e generalizadas em termos do conceito de velocidade média, como sendo a razão entre a distância percorrida por um objeto e o tempo gasto por este objeto para percorrer tal distância.

Conceito de aceleração: Por meio do aumento da velocidade de queda do disco verificada na fita de papel, o conceito de aceleração foi trabalhado e definido como sendo a medida da variação da velocidade em um dado intervalo de tempo.

Conceito de aceleração da gravidade: Definido o conceito de aceleração, enquadrou-se a gravidade dentro desse conceito, e discutiu-se que a mesma explica as variações obtidas para as velocidades de queda do disco.

Relação entre velocidade constante e aceleração nula: através da questão avaliativa proposta aos alunos ao fim da atividade, verificou-se que os mesmos, ou ao menos os líderes dos grupos, conseguiram relacionar um movimento de velocidade constante à um movimento de aceleração nula. Para tal, propôs-se uma análise hipotética de marcas constantes em uma fita de papel, marcas estas que indicariam a não variação da velocidade de um objeto. Como eles haviam obtido valores para a aceleração por meio do cálculo da variação das velocidades indicadas pela variação entre as marcas na fita, concluíram que em uma situação onde o movimento de um objeto deixasse marcas iguais ao longo do papel, a aceleração deveria ser nula, devido ao fato da variação da velocidade ser nula.

Ainda dentro da análise dos aspectos pedagógicos, destaca-se o papel mediador docente imprescindível à prática de ensino de Física aqui apresentada. No início da atividade, o trabalho do professor de explicar o funcionamento dos equipamentos pacientemente, repetindo quantas vezes fossem necessárias, se mostrou fundamental. Durante o trabalho em grupo, o professor circulava pelos grupos, atendendo os alunos que necessitavam de sua ajuda. Durante as discussões, ele coordenou o andamento da mesma, intervindo e auxiliando sempre que necessário. Como aponta Santos, (1997) a função docente é justamente esta, ou seja, a de coordenador das atividades, de criar condições para que, durante o trabalho escolar, o aluno com deficiência visual se expresse, seja ouvido, e aprenda por meio da vida cooperativa. Ainda segundo o mesmo autor (op. Cit.), sua responsabilidade será a de: "assegurar as condições técnicas e materiais para que, na sala de aula, torne-se possível a realização de um trabalho vivo, que dê sentido às aprendizagens realizadas", e seu compromisso será o de: "impulsionar o aluno a se expressar, a decidir, a realizar, a pesquisar, a interagir, a avançar o máximo possível na construção de seu saber e a construir-se como indivíduo e cidadão autônomo, responsável e capaz de cooperar com seus semelhantes".

VI. Conclusão

A atividade de ensino de Física aqui apresentada e aplicada à um grupo de alunos com deficiência visual, procurou seguir os princípios educacionais definidos por Lowenfeld, (1983) que se encontram abaixo relacionados:

Solidez: o conhecimento do aluno com deficiência visual é construído principalmente através da audição e do tato. Por este motivo, o equipamento desenvolvido para o estudo do fenômeno "queda dos objetos", foi estruturado de tal forma que a observação do fenômeno e a posterior análise do mesmo, pudesse se dar sobre referenciais não visuais. Segundo esse autor (op. Cit.), para que um aluno deficiente visual realmente compreenda fenômenos que ocorrem ao seu redor como o aqui discutido, os professores devem apresentarlhe, objetos que possam ser notados, tocados e manipulados. Como a queda de um objeto quando analisada do ponto de vista da percepção sensorial apresenta dados prioritariamente visuais se comparados com auditivos e táteis, tornou-se fundamental o desenvolvimento de um equipamento que fornecesse informações auditivas sobre a queda do objeto, e registros táteis do movimento descendente do mesmo. Com este equipamento, pode-se dizer que o movimento de queda do disco dentro do tubo, foi notado auditivamente, além de ser tocado e manipulado pelo grupo de alunos deficientes visuais.

Unificar experiências: a experiência visual como indica Lowenfeld (op. Cit.) tende a unificar o conhecimento em sua totalidade. Para esse autor (op. Cit.) um aluno deficiente visual tem dificuldades em obter essa unificação, a não ser que os professores lhe apresentem experiências como "unidades de experiência". Neste sentido, foi necessário que o professor

pusse-os todos em contato com a experiência concreta real representada pelas marcas deixadas no papel pelo vibrador e unificasse tais experiências por meio de explicações e de seqüências. Sobre este aspecto, a fita de papel marcada com os furos superiores de 1cm e pelos furos centrais devido a ação do vibrador, tornou possível esta unificação.

Aprender fazendo: Para que alunos deficientes visuais tivessem possibilidades de aprender determinados conteúdos da Física como o aqui apresentado, foi 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, foi fundamental oferecer aos alunos deficientes visuais as programações sistemáticas de experiências não visuais como as apresentadas, visto que, por meio de tais programações, os alunos interagem com o objeto de estudo.

Finalizando, conclui-se da experiência educacional aqui apresentada, que as situações de ensino de Física à alunos com deficiência visual necessitam estar organizadas de maneira que o citado discente, use ao máximo todas as suas possibilidades (táteis, olfativas, auditivas, cinestésicas) e fale sobre essa experiência perceptiva. A postura do docente mediante seu aluno com deficiência visual deveria ser aquela em que o vidente se posiciona frente ao deficiente visual, ouvindo-o (acompanhando o que ele faz nas diferentes situações), contribuindo no que for possível para que ele encontre seus próprios meios de agir e superar seus obstáculos. Como aponta Masine, (1994) penetrar no mundo percebido pelo deficiente visual é tão difícil quanto fazê-lo perceber o mundo como o vidente o faz, mas é condição necessária para o ensino de conteúdos de Física à esses indivíduos.

Referências bibliográficas

BARDIN, L. (1977): Análise de Conteúdo. Lisboa: Edições 70.

CAMARGO, E. P. e SILVA, D. (2003a): O Ensino De Física, Os Alunos Com Deficiência Visual E Os Parâmetros Curriculares Nacionais: Atas Do V Simpósio Em Filosofia E Ciência, Trabalho e conhecimento: desafios e responsabilidades da ciência. Marília (SP: (CDR))

CAMARGO, E. P. e SILVA, D. (2003b): Trabalhando o conceito de aceleração com alunos com deficiência visual: um estudo de caso, atas do XV SNEF: Simpósio Nacional de Ensino de Física, P. 101, Curitiba, Paraná,

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

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

LOWENFELD, B. (1983). Berthold Lowenfeld on Blind ness and Blind People: Selected Papers. New York: American Foundation for the Blind

LUDKE, M. E ANDRÉ, M.E.D.A. (1986): Métodos de coletas de dados: observação, entrevista e análise documental: In: Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas; Ed Pedagógica e Universitária LTDA; P. 25-44.MANTOAN, M. T. E. (2002). Ensinando a turma toda as diferenças na escola: Pátio- revista pedagógica, ano V, N. 20, fevereiro/abril, P. 18 - 23.

- MANTOAN, M. T. E. (2002). Ensinando a turma toda as diferenças na escola: Pátio- revista pedagógica, ano V, N. 20, fevereiro/abril, P.. 18 -23.
- MANTOAN, M. T. E. (1998). Integração X Inclusão: Escola (de qualidade) para Todos. In: Pátio - revista pedagógica, ano II, n. 5, maio/julho, p. 48 -51
- MASINI, E. F. S. (2002). 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
- MASINI, E. F. S. (1994). Impasses sobre o Conhecer e o Ver, in: O perceber e o relacionar-se do deficiente visual: orientando professores especializados. Brasília: CORDE.
- MORALES, M. e MORENO, M. (1993). Problema en el uso de los terminos cualitativo/cuantitativo en la investigación educativa. Inestigación en la Escuela, 21: 149-157.
- MOREIRA, M.A. (1988) Alguns Aspectos das Perspectivas Quantitativas e Qualitativas à Pesquisa Educacional e suas Implicações para a Pesquisa em Ensino de Ciências. Porto Alegre, Publicação do Instituto de Física da UFRGS.
- PÉREZ, D. G., ALÍS, J. C., DUMAS-CARRÉ, A., MAS C. F., GALLEGRO, 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.
- SANTOS, M. D.C. E. (1997): A vida na sala de aula Freinetiana. In: Pedagogia Freinet: teoria e prática. Campinas(SP): Papirus, P. 33-39.
- SELLTIZ, C., WRIGHTSMAN, L. S., COOK, S. W. (1987): Métodos de Pesquisa nas Relações Sociais. 2ª ed. V. 1. São Paulo: E. P. U.
- VIGOTSKI, L. S. (1997). Fundamentos de defectologia: El niño ciego. In: Problemas especiales da defectologia. Havana: Editorial Pueblo Y Educación, p. 74-87.

Apoio: **FAPESP**