

Atividade de ensino de Física para alunos cegos ou com baixa visão: conceito de aceleração da gravidade

Eder Pires de Camargo¹ - Dirceu da Silva² - Jomar de Barros Filho³

¹Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (UNESP) - São Paulo, Brasil
camargoep@dfq.feis.unesp.br

²Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) - São Paulo, Brasil
dirceu@unicamp.br

³Universidade São Marcos, Campus Paulínia - São Paulo, Brasil.
jomarbarrosf@bol.com.br

Apresentamos a análise de uma atividade de ensino de física elaborada e aplicada a um grupo de alunos com deficiência visual. O conteúdo da referida atividade abordou o conceito gravitacional de ação à distância e sua relação com a aceleração de um objeto. Concluímos que a atividade foi capaz de motivar os alunos e proporcionar-lhes condições para: (1) Realizar experimentos sobre a aceleração da gravidade; (2) observar por meio do referencial auditivo o movimento de queda de um objeto; (3) analisar dados relacionados à variação de velocidade; e (4) expor e compartilhar hipóteses e propriedades físicas durante as discussões estabelecidas. Pretendemos que os resultados aqui apresentados contribuam ao ensino de física de alunos com deficiência visual, e promovam uma discussão acerca da construção do conhecimento desvinculada da observação visual (discussão esta que pode favorecer o ensino de Física de todos os alunos, com deficiência visual ou não).

Palavras-chave: ensino de física, inclusão, alunos com deficiência visual, ciências, aceleração.

We present the analysis of an activity of physics teaching elaborated and applied to a group of pupils with visual deficiency. The content of the related activity approached the gravitational concept of long-distance action and its relation with the acceleration of an object. We conclude that the activity was capable to motivate pupils and to provide conditions to: (1) do experiments on the acceleration of the gravity; (2) to observe by means of the auditory reference frame the movement of falling object; (3) to analyze data related to the speed variation; e (4) to display to share physical hypotheses and properties during the established discussions. We intend that the results presented here contribute to physics education of pupils with visual deficiency, and promote a discussion concerning knowledge construction disentailed of visual observation (quarrel this that can to favor the education of Physics of all the pupils, with visual deficiency or not).

Keywords: physics teaching, inclusion, blind students, science, acceleration.

Introdução

É compreensível que estudantes com deficiência visual apresentem dificuldades com os procedimentos metodológicos do ensino de Física, visto que os mesmos, em boa parte fundamentam-se em referenciais funcionais visuais (Camargo e Silva, 2003 a). Apesar dos outros sentidos serem importantes para os indivíduos (Camargo et al, 2001), o sentido visão parece ser pré-requisito para toda e qualquer atividade que se realize no ambiente escolar. Anotações no caderno, a utilização da

lousa por parte do professor para a realização de tarefas como: transcrição de textos ou explicações de exercícios, provas escritas, medições, entre outras, sentenciam o aluno com deficiência visual ao fracasso escolar e à não socialização (Mantoan, 2002).

Fatos como estes corroboram com a análise da bibliografia especializada sobre a educação da pessoa com deficiência visual, análise esta que mostrou que procedimentos de ensino para esses indivíduos são definidos a partir de padrões adotados para os videntes (Masini, 2002). Como o “conhecer” esperado

na educação do deficiente visual tem como pressuposto o “ver” (Camargo e Silva, 2004 a), não são levados em conta pelos professores de Física, as diferenças de percepção entre o deficiente visual e o vidente, e este fato, colabora com a perpetuação de uma prática de ensino de Física para alunos com deficiência visual descontextualizada e mecânica.

Não é difícil notar tal fato, se uma breve análise das práticas pedagógicas, da estrutura curricular e escolar, dos livros didáticos, das formas de avaliação, do número de pesquisas destinado a tal tema, das grades curriculares dos cursos de formação de professores de Física, for feita (Camargo e Silva, 2003 b).

Na perspectiva descrita, que tipo de atitude pode ser adotada a fim de construir uma prática de ensino de Física que contemple as necessidades educacionais dos alunos com deficiência visual? Supõe-se que a resposta a tal questionamento encontre-se no rompimento de atitudes e hábitos estabelecidos pelos educadores dentro das práticas tradicionais de ensino, e que se constituíram em modelos para a elaboração e a condução de atividades de ensino de Física (Camargo e Silva, 2003 a).

Assim, no presente artigo, será apresentada uma atividade que por meio de questões abertas (Sánchez et al, 1995), textos falados e equipamentos de referencial observacional tátil e auditivo, aborda o conceito de aceleração da gravidade, bem como, uma análise da aplicação dessa atividade a 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).

Modelo pedagógico para a elaboração e condução da atividade

A atividade elaborada apoia-se em três componentes práticos: tarefas, grupos e debates (Wheatley, 1991), e possui uma estrutura interna que se fundamenta em três elementos de estrutura: Interação com o objeto de estu-

do, Resolução de problemas e Confronto de modelos (Perez et al, 1999). Tanto os componentes práticos, quanto os elementos de estrutura, objetivam proporcionar ao discente com deficiência visual: condições para observar o fenômeno estudado, condições para elaborar estratégias e hipóteses para a resolução dos problemas propostos, e condições para confrontar as hipóteses elaboradas ao corpo de conhecimento que se dispõe.

De acordo com o exposto anterior, foi elaborado um conjunto de cinco atividades de ensino do conceito “aceleração”, conjunto este que se constituiu em um curso aplicado a um grupo de alunos com deficiência visual. A estrutura do curso 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. Destaca-se que no presente artigo é apresentada uma das atividades que enfoca a influência da gravidade para a aceleração de um objeto -atividade 3- (Camargo, 2005). Na seqüência, apresenta-se a atividade elaborada.

A atividade: O estudo qualitativo da aceleração por meio de um plano inclinado

- *Problema central da atividade.* Explique a variação do intervalo de tempo dos sinais emitidos pela sirene durante a subida e durante a descida do carrinho no plano inclinado.

- *Objetivo.* A construção do conceito de aceleração da gravidade por meio da observação auditiva da variação da velocidade de um carrinho que se move sobre um plano inclinado.

- *Materiais a serem utilizados.*

a) Carrinho com rodinhas. Aqui se adaptou um carrinho de brinquedo que imita um carro de bombeiros, de tal forma que o circuito elétrico constituído pela sirene do carrinho e as baterias, fica aberto com os fios de ligação expostos do lado de fora desse objeto móvel. Dessa forma, durante a descida do plano inclinado, a sirene do carrinho emitirá um som quando os fios de ligação tocarem a parte condutora do plano inclinado (papel alumínio), e deixará de emitir som quando os fios condutores tocarem a parte isolante do referido plano (madeira).

- b) Superfície de madeira de 2,0 m de comprimento por 15 cm de largura.
- c) Fitas de papel alumínio de aproximadamente 15 cm de comprimento por 1 cm de largura.
- d) Sirene do carrinho.
- e) Alguns ímãs.
- f) Objetos que sejam sensíveis à atração magnética.

Os materiais dos itens e) e f) constituem o quite (1).

- *Montagem do artefato (1): plano inclinado com interface sonora.* 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, 19 cm 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 1,5 V deve mover-se sobre o plano inclinado. As duas pontas dos fios condutores devem estar do lado de fora do carrinho, em contato com o plano inclinado (ver *Figura 1*). 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.

- *Procedimentos.*

I. Interação e observação do fenômeno.

- a) Com um impulso dado pelas mãos, fazer com que o carrinho suba o plano inclinado. O aluno poderá observar auditivamente a diminuição da velocidade do carrinho, por meio do aumento do intervalo de tempo entre um sinal e outro da sirene.
- b) Deixar o carrinho descer o plano inclinado. O aluno poderá observar auditivamente o aumento da velocidade do carrinho, por meio da diminuição do intervalo de tempo entre um sinal e outro da sirene.

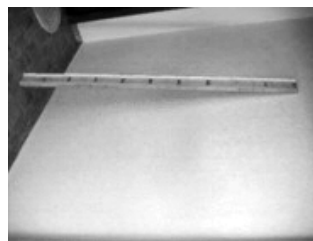


Figura 1. Carrinho adaptado y plano Inclinado

- c) Com o apoio de blocos de madeira, o ângulo do plano inclinado poderá ser variado e dessa forma, o aluno poderá fazer outras comparações entre os intervalos de tempo de emissão do som da sirene, e a variação da velocidade do carrinho.

II. Trabalhando em grupo.

Em grupo, solicitar aos alunos para que discutam e apresentem suas explicações para a variação do intervalo de tempo dos sinais emitidos pela sirene. Cada grupo deverá chegar a uma conclusão sobre o fenômeno observado.

III. O debate.

Proporcionar um debate entre os grupos, para que os mesmos possam apresentar suas conclusões sobre o fenômeno observado. Durante este debate, o professor poderá apresentar os argumentos científicos sobre o tema em questão, funcionando dessa forma, como mais um grupo participante da discussão.

IV. Mediação do professor.

- 1) Trabalhar com os conceitos de aceleração e desaceleração, por meio das relações entre as observações sonoras feitas pelos alunos, e as variações da velocidade do carrinho.

- 2) Questionar o porquê da variação do som observado.
- 3) Apresentar o conceito de gravidade utilizando-se de comparações com outro tipo de ação à distância como a magnética. Dispor aos alunos para observação tátil, ímãs e materiais que por ele são atraídos -quite (1)-.
- 4) Apresentar aos alunos, a gravação do texto “Gravidade”. Se o professor não dispor da gravação do texto, poderá lê-lo aos alunos.

Texto: Gravidade

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 despencou. 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).

V. Avaliação.

Responda: ¿Por que os objetos caem?

O texto “Gravidade”, bem como, o problema inicial e a questão avaliativa da atividade foram gravados e apresentados aos alunos por meio de um toca CD. Observa-se que as gravações foram realizadas em um estúdio e fazem parte de um CD que além das referidas gravações contém as de outros problemas e questões. Este CD é parte dos materiais elaborados para o desenvolvimento do projeto de pesquisa anteriormente mencionado (Camargo, 2005).

A realização da atividade levou um tempo aproximado de 60 min e seu desenvolvimento prático fundamentou-se em quatro momentos: 1) Momento de experimentação (10 min); 2) Momento de discussão de problemas (20 min); 3) Momento de exposição de modelos (15 min); 4) Momento de avaliação (15 min).

Para iniciar a atividade, o professor apresentou aos alunos de maneira individual, como funcionava o artefato (1) -momento de experimentação-. 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. Assim que conheceram o artefato, o professor propôs aos alunos para que observassem auditivamente o movimento do carrinho sobre o plano inclinado. 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.

No início do momento de discussão de problemas, o professor ligou o toca CD no problema central da atividade. Depois que os alunos ouviram o problema central, o professor solicitou aos mesmos para que tentassem explicar a variação dos sinais da sirene. Atendendo a solicitação do professor, os alunos enquanto interagiam com os objetos do artefato (1), discutiam possíveis soluções para o problema central. Portanto, motivados pela observação da variação da velocidade do carrinho no plano inclinado, e visando buscar soluções ao problema central, os alunos envolveram-se em um debate inicial acerca do fenômeno gravitacional. As cinco primeiras hipóteses apresentadas no tópico Análise da Aplicação da Atividade, sintetizam o referido debate.

Destaca-se que ao menos uma declaração de cada aluno que utilizou-se de uma determinada hipótese encontra-se disponível junto à mesma. Observa-se que devido ao limite do espaço para a apresentação desse artigo, não foi possível a disposição de todas as declarações dos alunos. As declarações encontram-se dispostas de acordo com uma seqüência cronológica de acontecimento.

Prosseguindo com a atividade, no momen-

to de exposição de modelos, o professor visando trabalhar o conceito gravitacional de ação à distância, adotou os seguintes procedimentos de mediação: Distribuiu para cada grupo de alunos, o quite (1), ligou o toca CD no texto “Gravidade”, e expôs aos mesmos por meio de explicações orais e táteis, o conceito de ação à distância. O objetivo da utilização por parte do professor dos materiais do quite (1) foi o de fazer com que os alunos pudessem observar tatilmente um fenômeno de ação à distância similar ao gravitacional. Explicou, entretanto, o professor que tais fenômenos apesar de similares, possuíam naturezas diferentes, portanto, não deveriam ser interpretados como iguais.

No momento de avaliação, o professor por meio do toca CD apresentou aos alunos a questão final da atividade, e permitiu que os alunos refletissem por um certo tempo sobre ela. Como resultado dos momentos de exposição de modelos e de avaliação, um segundo debate surgiu entre os alunos. As hipóteses 6, 7 e 8 sintetizam os conceitos enfocados pelos discentes no referido debate.

Metodologia

O trabalho aqui exposto caracteriza-se como uma investigação qualitativa, pois, é a qualidade do retorno fornecido pelos alunos devido ao processo que constituiu a atividade aplicada que configura o aspecto mais importante dos dados coletados (Ludke e André, 1986). 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”. Como as informações acerca do fenômeno educacional observado surgiram em um contexto dinâmico de relações, a coleta de informações por meio 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, que possuiu um aspecto nitidamente qualitativo, centrada nas qualidades das falas e dos processos que os alunos apresentaram e foram submetidos. A referida análise encontra-se disponível no tópico Análise da Aplicação da Atividade.

Alunos participantes da atividade

A atividade aqui apresentada faz parte de um conjunto de cinco atividades elaboradas para o ensino do conceito “aceleração” a alunos cegos ou com baixa visão (Camargo, 2005). O referido conjunto de atividades constituiu-se em um curso aplicado a um grupo de nove alunos com deficiência visual frequentadores da instituição “Lar Escola Santa Luzia para Cegos”, localizada na cidade Brasileira de Bauru (Estado de São Paulo). Dos nove alunos que constituíam o número total de participantes do curso completo, cinco participaram da atividade aqui apresentada. 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 e nem maior que 35 anos.

Definição da categoria para a análise da atividade aplicada

Com a finalidade de realizar uma análise da atividade enquanto um “ambiente de ensino aprendizagem” Wheatley (1991), definiu-se uma categoria de análise denominada: categoria compreensão (Bardin, 1977). Nesta perspectiva, o entendimento de aprendizagem como um subproduto de um processo educativo, fundamentou a elaboração da mencionada categoria de análise. Para Bauersfeld (1988): “A aprendizagem pode ser compreendida como sendo a reconstrução subjetiva de significados Por meio da negociação desses significados em interações sociais”. Neste contexto, a concepção de “local de aprendizagem” bastante aceita e fundamentada na metáfora de “local de trabalho” parece não atender as características de um genuíno ambiente de aprendizagem. De acordo com a concepção que compreende um ambiente de

aprendizagem como um “local de trabalho”, os alunos, entendidos como os trabalhadores, devem sempre dentro de uma relação de troca de performance por aprovação, executar determinados serviços ou tarefas. Como aponta Doyle (1979): “Alunos são pagos pelo que produzem com elogios e graduação (aprovação)”. Opondo-se a tal concepção, Wheatley (op. cit.) afirma que: “Os alunos podem assumir o papel de explorador/inventor, e dessa forma, a sala de aula pode ser melhor caracterizada como um local de aprendizagem, ao invés de “local de trabalho”, um local onde os significados são o centro das discussões. Nesta perspectiva, o aprendizado pode ser entendido como um subproduto de um processo de realização intencional de ações de explorar, observar, discutir, questionar, propor, reformular, processo este realizado nas interações sociais e com o objeto de estudo.

Assim, visando analisar se a estrutura e os materiais da atividade proporcionaram condições para que os alunos com deficiência visual participassem de um ambiente de aprendizagem, elaborou-se a categoria compreensão. A referida elaboração obedeceu ao seguinte critério organizacional.

Em primeiro lugar, transcreveram-se na íntegra as falas dos alunos durante a atividade. Em seguida, as declarações que continham relações de causa e efeito (exemplo: isto ocorre por causa daquilo), foram agrupadas em função de semelhanças conceituais. O conjunto de declarações semelhantes foi generalizado em termos de uma proposição. Uma proposição que também pode ser entendida como a síntese conceitual de várias declarações semelhantes de um ou mais alunos, foi interpretada como sendo uma hipótese utilizada por um ou mais alunos em suas argumentações. As hipóteses identificadas encontram-se apresentadas no tópico Análise da Aplicação da Atividade.

A partir da sistemática descrita, fundamentou-se a referida categoria de análise em elementos que indicam quatro atitudes (compartilhar, questionar, defender, reformular) adotadas ou não pelos alunos para a compreensão de um determinado fenômeno. Esses elementos denominados: “elementos de com-

preensão”, encontram-se na seqüência relacionados.

Elementos de compreensão

- I: *Compartilhou hipóteses ou propriedades físicas. Este elemento de compreensão refere-se à atitude de um aluno em compartilhar uma determinada hipótese ou uma determinada propriedade física com outros durante a discussão de um determinado problema. Considera-se que a hipótese ou a propriedade física compartilhada pode ter sido elaborada ou não pelo aluno que a expressou.*
- II: *Questionou hipóteses ou propriedades físicas. Este elemento de compreensão refere-se à atitude de um aluno em questionar uma determinada hipótese ou uma determinada propriedade física, proposições conceituais estas que podem ser provenientes de outros alunos ou do professor.*
- III: *Defendeu hipóteses ou propriedades físicas. Este elemento de compreensão refere-se à atitude de um aluno em defender uma determinada hipótese ou uma determinada propriedade física de hipóteses ou propriedades físicas rivais, apresentadas tanto por outros alunos, quanto pelo professor.*
- IV: *Reformulou hipóteses ou propriedades físicas. Este elemento de compreensão refere-se à atitude de um aluno em reformular uma hipótese ou uma propriedade física passando a compartilhar outra.*

As atitudes descritas por meio dos quatro elementos de compreensão foram denominadas: atitudes de compreensão. A utilização ou não de uma dessas atitudes por um aluno será identificada na análise da atividade pelas seguintes ações: Compartilhou, questionou, defendeu, reformulou, não demonstrou atitudes (Benjamim, 2000).

Análise da Aplicação da Atividade

Na análise os alunos serão identificados pelas letras: (A) (B) (E) (F) e (I). Observa-se que o professor que aplicou as atividades, que

é também o pesquisador e primeiro autor deste artigo, tem deficiência visual.

Hipótese (1): Quanto maior a intensidade da velocidade, menor o intervalo de tempo gasto para percorrer a mesma distância, e quanto menor a intensidade da velocidade, maior o intervalo de tempo gasto para percorrer a mesma distância.

A: *Eu estou dizendo assim, a velocidade do carro aumenta então passa mais rápido a distância e por isto o tempo fica menor.*

E: *Pela velocidade do carro, por ser descida, o impacto dele descer, lógico ele vai ganhando velocidade e o tempo desses barulhos (bips) vão se tornando menores entre si. Já para subir ocorre um aumento nos barulhos (bipes) porque a velocidade diminui.*

F: *Na descida quando você dá o impulso para descer, o espaço percorrido dele é o mesmo, só que com o aumento da velocidade, vai diminuir o tempo entre os bipes.*

I: *Na descida o tempo de apito diminui.*

Hipótese (2): A velocidade do carrinho sobre o plano inclinado aumenta na descida devido ao aumento da aderência ou atrito, e diminui na subida devido à diminuição do atrito ou aderência.

B: *Quando ele desce ele acelera, da pra ver pela velocidade, porque aumenta a aderência.*

E: *O corpo que está em movimento ele vai ganhando velocidade, aumenta o atrito com a rampa e ele vai ficando cada vez mais veloz.*

I: *Eu acho que aumenta o atrito porque ele desce mais rápido do que quando sobe que é quando diminui o atrito.*

Hipótese (3): A aceleração provoca um aumento na velocidade, e a desaceleração provoca uma diminuição na velocidade.

A: *Quando ele está descendo ele está acelerando, e quando ele está subindo ele está desacelerando.*

B: *É aceleração quando ele está descendo, e desaceleração quando ele está subindo.*

E: *Quando ele sobe ele vai parando, e quando ele desce ele acelera, é o efeito contrário.*

Hipótese (4): As variações da velocidade do carrinho sobre o plano inclinado se dão devido às variações em sua massa.

A: *Eu acho que quando ele desce, conforme a inclinação da pista ele vai se tornando “mais pesado” (maior massa) e por isso ele ganha velocidade. A pista está inclinada para baixo e o peso dele vai aumentando, e quando ele sobe a pista vai tornando ele mais leve. Ele subindo, ele desacelerando, ele vai ficando mais leve e aí ele não consegue ter impulso, o impulso que foi dado a ele vai perdendo a força, enquanto na descida, o impulso dele o “peso” (massa) dele vai favorecendo ele continuar mantendo o impulso cada vez ter mais, já subindo ele sai com um impulso, vai ficando leve não consegue manter a velocidade.*

Hipótese (5): A velocidade do carrinho sobre o plano inclinado aumenta na descida devido à diminuição do atrito, e diminui na subida devido ao aumento do atrito.

A: *Acho que é isto mesmo, descendo o atrito diminui, subindo o atrito aumenta.*

E: *O atrito diminui quando ele desce, já na subida é o contrário, ele vai perdendo velocidade porque vai aumentando o atrito*

Hipótese (6): A velocidade do carrinho aumenta na descida e diminui na subida devido à ação da gravidade que atrai as coisas para baixo.

A: *Eu pensei que quando o carrinho desce, ele está sendo puxado, é aquela lei da gravidade, quando você solta um corpo ele cai, dizem que a terra é como um grande imã, e quando joga para cima, faz o efeito contrário, ele vai até um certo ponto e vai voltar, a terra suga ele para si, ao contrário não (na subida) por isso que ele vai perdendo velocidade,*

E: *A gravidade exerce uma força nos corpos, ela puxa para baixo.*

I: *O corpo cai porque o campo de gravidade puxa esse corpo para baixo*

Hipótese (7): Não existe a atração gravitacional. Se existisse, objetos como aviões ou bexigas cairiam.

F: *E no caso do avião, ele sustenta um gran-*

de peso lá em cima e não cai, e essa atração não puxa ele para baixo? Acho que esse negócio de gravidade não existe, vamos pegar o exemplo da bexiga (com gás hélio) ela sobe se você não segurar.

Hipótese (8): Uma nave em órbita ao mesmo tempo que é atraída pela Terra por meio da gravidade, possui uma velocidade de escape da Terra, e esses dois fatores a fazem girar.

A: *A gravidade faz o efeito que dá o barbante, ela gira, gira mas não tem como sumir. Por outro lado se ela perdesse a velocidade de giro, ela cairia, como a pedrinha no barbante, você tem que girar com uma certa velocidade, pelo contrário ela cai na cabeça.*

Analisando as hipóteses à luz da categoria compreensão, pode-se explicitar as características das atitudes de compreensão utilizadas pelos alunos durante a atividade. O Quadro 1 apresenta uma relação entre os alunos e os elementos de compreensão definidos anteriormente.

De acordo com o Quadro 1, três conjuntos de hipóteses, por apresentarem características semelhantes de atitudes de compreensão podem ser destacados: 1) O conjunto formado pelas hipóteses (1 e 3); 2) o conjunto formado pelas hipóteses (2, 4, 5 e 6), e o conjunto 3) formado pelas hipóteses (7 e 8).

O conjunto 1) caracteriza-se por conter apenas hipóteses compartilhadas. Em outras palavras, a relação de proporção inversa entre velocidade e tempo (hipótese-1), e a relação de proporcionalidade direta entre aceleração e variação de velocidade (hipótese-3), não receberam questionamentos, não foram defendidas e nem reformuladas.

As hipóteses (2, 4, 5, e 6) do conjunto 2), representam um conflito de idéias no qual questionamentos, defesas e reformulações conceituais podem ser identificados. O tema principal de tal conflito, refere-se aos motivos pelos quais ocorriam variações na velocidade do carrinho no plano inclinado. As referidas hipóteses fundamentam-se respectivamente em quatro relações: proporcionalidade direta entre intensidade do atrito e

Quadro 1.

Relação entre as hipóteses e as atitudes definidas na categoria compreensão para a atividade

Alunos:	A	B	E	F	I
Hipótese (1)	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Compartilhou	Compartilhou
Hipótese (2)	Questionou por meio da hipótese (a-4)	Compartilhou e reformulou pela hipótese (a-6)	Compartilhou e reformulou pela hipótese (a-5)	Não demonstrou atitudes	Compartilhou e reformulou pela hipótese (a-6)
Hipótese (3)	Compartilhou	Compartilhou	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes
Hipótese (4)	Compartilhou e reformulou pela hipótese (a-5)	Não demonstrou atitudes	Questionou por meio da hipótese (a-2)	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes
Hipótese (5)	Compartilhou e reformulou pela hipótese (a-6)	Não demonstrou atitudes	Compartilhou, defendeu e reformulou pela hipótese (a-6)	Não demonstrou atitudes	Questionou por meio da hipótese (a-2)
Hipótese (6)	Compartilhou	Compartilhou	Compartilhou	Questionou por meio da hipótese (a-7)	Compartilhou
Hipótese (7)	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Não demonstrou atitudes
Hipótese (8)	Questionou e compartilhou	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Questionou por meio da hipótese (a-7)	Questionou

variação da velocidade (hipótese-2), proporcionalidade inversa entre intensidade do atrito e variação da velocidade (hipótese-5), proporcionalidade direta entre a intensidade da massa e a variação da velocidade (hipótese-4), influência da ação à distância exercida pela Terra nos objetos por meio da gravidade (hipótese-6).

No conflito considerado, o aluno (E) apresentou duas reformulações de hipóteses. Primeiro, reformulou a hipótese (2) pela hipótese (5), e mais tarde, reformulou a hipótese (5) pela hipótese (6). Já o aluno (A) após questionar a hipótese (2) por meio da (4), reformulou a hipótese (4) pela (5) e mais tarde pela (6). Os alunos (B) e (I) compartilharam inicialmente a hipótese (2), e a reformularam pela (6).

Entende-se que a primeira reformulação de hipóteses realizada pelos alunos (A, e E), pos-

sam ser resultados de três fatores: (1) observação auditiva do fenômeno da aceleração; (2) reflexões produzidas pelo conflito que havia se estabelecido; (3) efeito de aprendizagem das atividades anteriores que trataram questões relacionadas ao atrito e à aceleração (Camargo e Silva, 2004 b). Já a segunda reformulação de hipóteses que abrangeu os alunos (A, B, E, e I), pode ser um efeito de aprendizagem produzido pela mediação docente, e pela observação tátil de um dos fenômenos de ação à distância -quite (1)-.

O tema “estado de imponderabilidade” abordado por meio do texto “Gravidade” trouxe à tona a discussão do movimento orbital de naves espaciais -conjunto 3) hipóteses (7 e 8)-. Este tema mostrou-se complexo de ser trabalhado junto a alunos com deficiência visual, contudo, a contextualização do fenô-

meno em conjunto com informações obtidas socialmente por esses alunos, deram ao professor condições para o estabelecimento de argumentações que podem produzir aprendizagens como observou-se para o caso do aluno (A). Esse aluno, apesar de não formular hipóteses contrárias à hipótese orbital (hipótese-8), questionou juntamente com o aluno (I), a explicação científica para a órbita de um objeto, e ao final da atividade, demonstrou em suas declarações ter compreendido a referida explicação.

A hipótese (7) apenas compartilhada pelo aluno (F), desempenhou um papel fundamental durante as discussões estabelecidas na atividade. Por meio dela, o aluno (F) apresentou vários questionamentos, o que fez o professor defender constantemente o modelo científico. Nesse sentido, a participação do aluno (F) representou o questionamento constante, e o não convencimento mediante as respostas ou explicações. Suas posições nunca eram pacíficas, já que a todo momento apresentava problemas não abordados, retomava a discussão de temas deixados para traz, o que dificultava o fechamento dos temas trabalhados.

Finalizando, enquanto ambiente de ensino-aprendizagem, a atividade proporcionou condições para que os alunos buscassem soluções ao problema central que a eles foi apresentado. A referida busca de soluções fundamentou-se na experimentação, e na apresentação de hipóteses que objetivavam explicar o que havia sido observado por meio da experimentação realizada no artefato (1) e nos materiais do quite (1). As hipóteses estabelecidas pelos alunos para as relações: velocidade x tempo, aceleração x velocidade, atrito x velocidade e massa x velocidade, deram condições para o professor discutir e apresentar o modelo gravitacional de ação à distância, e fenômenos como o movimento orbital.

Conclusão

O presente artigo abordou a análise de uma atividade de ensino de Física elaborada e aplicada junto a um grupo de alunos com deficiência visual. O conteúdo da atividade enfo-

cou o conceito gravitacional de ação à distância e sua influência para a aceleração de um objeto.

As hipóteses, na medida em que sintetizaram o conjunto de declarações dos alunos durante a atividade, bem como, apresentaram relações de causa e efeito para as explicações elaboradas aos fenômenos estudados, serviram de apoio para as análises realizadas, indicando as características do contexto argumentativo estabelecido pelos discentes. Tal contexto, evidenciou a qualidade dos conceitos físicos trabalhados na atividade, a percepção não visual dos fenômenos observados e as características das interações sociais entre os alunos, entre os alunos e o professor, e as características da interação entre os alunos e os materiais de ensino. Assim, tomando como pano de fundo as oito hipóteses apresentadas, evidencia-se que as situações de ensino de Física para alunos com deficiência visual necessitam estar organizadas de maneira que o citado discente use ao máximo todas as suas possibilidades (táteis, olfativas, auditivas, sinestésicas) e fale sobre sua experiência perceptiva, e que a postura do docente mediante seu aluno com deficiência visual deva 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 (Masini, 1994).

Portanto, conclui-se que por meio da atividade de ensino de Física e dos materiais didáticos desenvolvidos e que foram estruturados sobre cinco pilares, a saber: (1) O de proporcionar condições para que o aluno observasse o fenômeno estudado; (2) O de proporcionar condições para que o aluno realizasse análises dos fenômenos estudados; (3) O de proporcionar condições para que o aluno elaborasse estratégias e hipóteses para a resolução dos problemas estudados; (4) O de proporcionar condições para que o aluno confrontasse seus modelos com o de outros e com o científico; e (5) O de proporcionar condições para que o aluno tomasse decisões, existe uma grande possibilidade de que alunos com deficiência

visual aprendam com qualidade conteúdos de Física. Física, atribuindo-se os mesmos, às condições de ensino.

Nesta perspectiva, retiram-se da deficiência visual, possíveis fatores condicionantes ou limitantes de aprendizagem de conteúdos de Apoio: FAPESP- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo.

Referências

- Bardin, L. (1977). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Bauersfeld, H. (1988). Interaction, construction and knowledge: Alternative perspectives for mathematics education. In D. Grouws and T. Cooney (Eds.), *Perspectives on research on effective mathematics teaching*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Benjamin, A. (2000). Análise do uso de um Texto Paradidático sobre Energia e Meio Ambiente. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, Campus de Bauru, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.
- Camargo, E. P. (2005). 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. Tese Doutorado em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas.
- Camargo, E. P. e Silva, D. (2004 a). Desmistificar a Deficiência Visual como Primeiro Passo para Ações Educativas de Física. *Anais eletrônico Saberes Teóricos e Saberes da Prática na Formação dos Professores*, Congresso Regional de Educação, 5, São José do Rio Pardo-SP.
- Camargo, E. P. e Silva, D. (2004 b). Atividade de Ensino de Física para Alunos com Deficiência Visual: Vivência do Atrito: Observação e Contextualização do Fenômeno. *Anais eletrônicos 1º Congresso Internacional de Educação e Desenvolvimento Humano*, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá-Pr.
- Camargo, E. P. e Silva, D. (2003 a). 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. (2003 b). Trabalhando o conceito de aceleração com alunos com deficiência visual: um estudo de caso. *Atas do XV SNEF: Simpósio Nacional de Ensino de Física*. Curitiba, Paraná.
- Camargo, E. P.; Scalvi L. V. A. e 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. Nardi, R. (Org.), *Educação em Ciências da Pesquisa à Prática docente*, Ed. Escrituras, V. 3, pp. 117 – 133.
- Doyle, W. (1979). Classroom tasks and students' abilities. P. Petero & H. Walberg (Eds.), *Research on teaching: Concepts, findings and implications*, pp. 183-209. Berkeley, CA: Mc Cutchan.
- Gonçalves, A. e Toscano, C. (1997). *Física e Realidade*. 2ª.ed. São Paulo: Scipione.
- Ludke, M. e André, M.E.D.A. (1986). Métodos de coletas de dados: observação, entrevista e análise documental. *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*, Ed. Pedagógica e Universitária Ltda., pp. 25-44.
- Mantoan, M. T. E. (2002). Ensinando a turma toda as diferenças na escola: *Pátio*. *Revista Pedagógica*, ano V, Nº20, fevereiro/abril, pp. 18 –23.
- Masini, E. F. S. (2002). A educação de pessoas com deficiências sensoriais: algumas considerações. *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. *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. *Investigación en la Escuela*, 21, pp. 149-157.
- Pérez, D. G.; Alís, J. C.; Dumas-Carré, A.; Mas C. E.; Gallego, R.; Duch, A. G.; González, E.; Guisasaola,

- J.; Martínez-Torregrossa, J.; Carvalho, A. M. P.; Salinas, J.; Tricárico, H. y Valdés, P. (1999). ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? *Enseñanza de la Ciencias*, 18 (1).
- Sánchez, M. A.; Perez, D. G. y Torregrosa, J. M. (1995). Actividades de evaluación coherentes con una propuesta de enseñanza de la física y la química como investigación: actividades de autorregulación e interregulación. *Revista de Enseñanza de la Física*, 8(2), pp. 5-20.
- Wheatley, G. H. (1991). Constructivist perspectives on Science and Mathematics learning, *Science Education*, 75 (1).