

O ENSINO DE FÍSICA E OS PORTADORES DE DEFICIÊNCIA VISUAL: ASPECTOS DA RELAÇÃO DE SUAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS DE REPOUSO E MOVIMENTO COM MODELOS HISTÓRICOS*

Camargo, Eder P de [camargoep@lpnet.com.br]

(Faculdade de Educação - Unicamp - R. Bertrand Russel, nº: 801, Cidade Universitária "Zeferino Vaz".
Cep: 13083-970, Campinas - São Paulo – Brasil
(Faculdade de Ciências, UNESP , Bauru, Cx. Postal 473, 17033-360 Bauru, São Paulo, Brasil

I. INTRODUÇÃO

I.I- O ensino de Física e os portadores de deficiência visual: uma questão pouco explorada

A análise da bibliografia especializada sobre o Deficiente Visual, mostrou que seu desenvolvimento e aprendizagem são definidos a partir de padrões adotados para os videntes. Verificou-se que o "conhecer" esperado na educação do Deficiente Visual tem como pressuposto o "ver" e que, portanto, não se leva em conta as diferenças de percepção entre o Deficiente Visual e o vidente (*Masini, 1994*). Toda via, tomando-se por base um referencial construtivista, o ensino de Física sob a óptica tradicional da forma em que se apresenta torna-se inviável não apenas aos videntes, mas principalmente aos cegos, pois enfoca a Física descontextualizada, desconsidera o conhecimento prévio dos alunos e não tem por objetivo trabalhar com questionamentos conceituais (*Brown e Clement, 1987*).

Como exemplos apresentam-se os trabalhos de *Linn e Thier (1975)*, *Baughman e Zollman (1977)*, *Weems (1977)*, e *Sevilla et. al. (1991)* que contribuem de uma certa forma à questão da preocupação com o ensino de Física à pessoas cegas trazendo basicamente uma tentativa de adaptar materiais de laboratório no ensino dessa ciência à tais sujeitos, contudo, em nenhum momento esses trabalhos apresentaram qualquer discussão referente ao conhecimento prévio dos Deficientes Visuais. Este fato deve-se segundo *Masini (op. cit.)* à desatenção à predominância da visão ou àquilo que ficou encoberto pela familiaridade, oculto pelo hábito, linguagem e senso comum numa "cultura de videntes".

Sobre o contexto dos conhecimentos prévios ou concepções alternativas de senso comum, um grande número de estudos foram realizados (*Eckstein e Shemesh, 1993*). Como resultado desses trabalhos, apresenta-se a constatação da não convergência entre as visões dos estudantes e o pensamento científico atual (*Twigger, 1994*). Pode-se analisar o problema de acordo com uma abordagem construtivista considerando-se alguns pontos, dentre eles, a necessidade por parte dos estudantes de compreensão do mundo ao seu redor, necessidade que produz análises e interações sensoriais e sociais, que resultam no surgimento das concepções

* Apoio FAPESP

alternativas (Lochhead e Dufresne, 1989). Um outro aspecto a ser ressaltado, é o de que muitas das idéias propostas por antigos filósofos acerca de fenômenos físicos, se mostram bastante presentes na maneira de pensar de pessoas não peritas em Física. Segundo aponta Cohen (1967), a Física aristotélica é conhecida às vezes como a Física do senso comum, porque é a espécie de Física em que a maioria das pessoas acredita e pela qual se guia intuitivamente, ou a espécie de Física que parece interessar e agradar a qualquer indivíduo que use sua “inteligência natural” mas não tenha aprendido os modernos princípios da dinâmica. Não obstante, pesquisas na área de concepções alternativas, têm demonstrado que a Física de senso comum mantém estreitas relações com a Física aristotélica e/ou com o pensamento medieval do impetus. Como aponta Peduzzi (1996), em termos didáticos e tendo em vista a construção do conhecimento do aluno, parece não apenas inevitável como salutar o estabelecimento de algumas analogias entre a lei de movimento de Aristóteles e certas concepções mantidas por estudantes de qualquer grau de escolaridade sobre força e movimento.

Portanto, de acordo com o referencial construtivista, há a necessidade por parte dos estudantes de uma análise de seus próprios conceitos, a fim de que possam ser questionados e substituídos por novos, mediante sua ineficácia. Robin e Ohlson (1989), afirmam que as mudanças conceituais em ciências, não podem ser compreendidas sem o conhecimento dos conteúdos e das estruturas das convicções de senso comum iniciais, que por sua vez servirão de referencial para a construção de atividades de ensino.

Por outro lado, estudos recentes sobre mudanças conceituais, questionam os aspectos de sua eficácia, estabelecendo críticas à sua metodologia, bem como, aos resultados finais decorrentes desse modelo de ensino. O processo: "identificar os conhecimentos prévios, propor questionamentos que os confrontem, e através de sua ineficácia introduzir os modelos científicos", pode de acordo com Mortimer (1995) produzir mudanças conceituais, mas raramente alterações radicais de pensamento em seu uso mais amplo. Perez et. al. (1999), sugere a associação de construção de conhecimento a problemas, isto é, deve-se tomar as idéias que são consideradas as mais seguras e óbvias como simples hipóteses de trabalho, forçando o aprendiz a imaginar outras. Isto concede um status diferenciado às situações de conflito cognoscitivo, pois, já não supõem ao estudante o questionamento externo das idéias pessoais nem a reiterada aceitação das insuficiências do próprio pensamento. Dessa forma, não se eliminam os conflitos cognoscitivos, mas se evita que adquiram o caráter confrontante entre as idéias próprias e os conhecimentos científicos.

Merleau-Ponty, (1971) afirma que cada um sabe do mundo a partir de sua observação pessoal ou de sua experiência, sem a qual os símbolos da ciência nada significariam. Por tanto, de acordo com Masini (op. cit.), a observação das descrições de fenômenos feitas com palavras do cotidiano por indivíduos cegos, revelam uma "consciência ingênua", e é uma das condições para se chegar ao fenômeno (aquilo que se mostra), pois é uma consciência anterior a qualquer classificação ou explicação.

No tema aqui abordado, é feita uma análise das concepções alternativas de repouso e movimento de um tipo particular de estudante, o deficiente visual total e é feita também uma comparação de tais concepções com a Física Aristotélica e com a Física Medieval do Impetus. Dessa forma, pretende-se que tais resultados possam subsidiar a elaboração de atividades de ensino de Física para portadores de deficiência visual, tendo a perspectiva de busca de

melhoria nas concepções de repouso e movimento destes. Deste modo, retira-se o ensino do foco de perspectivas exclusivamente visuais, valorizando-se assim, outros aspectos da interação do homem com o mundo físico, aspectos estes, que deverão servir de subsídios para a elaboração de tais atividades.

I.II Abordagem Psico-social da deficiência visual.

Como será discutido, as noções de que a todo movimento associa-se uma força, e de que um objeto cai pois cair é algo natural, representa a base conceitual de pessoas cegas. A ausência de visão apesar de trazer limitações observacionais ao indivíduo, não aparenta ser preponderante ou até exclusiva ao grupo de experiências que levam uma pessoa a construir explicações de fenômenos relacionados à repouso e movimento dos objetos. Experiências táteis e auditivas, participam diretamente, não só na interação do indivíduo cego com o meio físico, mas também levam à experiências que geram conceitos muito semelhantes aos de pessoas que enxergam (*Camargo, 2000*). Se um sujeito nasce cego, a percepção das experiências cotidianas relacionadas a repouso e movimento não é obtida através do estímulo visão, mas sim, através de outros sentidos e de interações sociais.

De acordo com o conceito de funções psicofisiológicas que vem a ser, segundo *Leontiev et. al. (1988)*, as funções fisiológicas do organismo, e entre tais, as sensoriais, nenhuma atividade psíquica pode ser executada sem o desenvolvimento dessas funções. Se excluirmos as cores, a imagem em nossa consciência terá a palidez de uma fotografia em branco e preto, se excluirmos a visão, não teremos imagens visuais da realidade em nossa consciência. Como aponta *Biriliev (Apud. Vigotski 1997)*, cego altamente instruído, a cegueira não é algo que ele perceba diretamente, já que a capacidade de ver a luz, tem um significado prático e pragmático para o cego e não instintivo-orgânico, no entanto, uma pessoa cega, pode propor uma teoria sobre a natureza da luz, embora suas experiências visuais sejam nulas.

Conforme aponta *Vigotski (op. cit.)*, o aparelho psíquico e o sistema nervoso central, trabalham a fim de superar uma dificuldade social gerada pela ausência total ou parcial de um determinado estímulo sensorial. Para o cego, a consciência de não enxergar, tem um significado pragmático, baseado estritamente em suas interações sociais; com a finalidade de superar todas as dificuldades impostas pelo meio social, o sistema nervoso central e o aparato psíquico assumem a tarefa de compensar o funcionamento insuficiente do órgão. Desta forma, outros sentidos como ouvir, sentir, etc, nunca darão ao cego, características da realidade que são fornecidas exclusivamente pela visão. Contudo, através da super compensação *Vigotski (op. cit.)*, que vem a ser a superação por parte do organismo das dificuldades impostas socialmente, um cego pode se desenvolver e se estabelecer na vida social da mesma forma que uma pessoa vidente, o que não significa que a representação da realidade física em sua consciência seja a mesma de uma pessoa não cega.

Sobre este aspecto, a análise de alguns questionamentos apresenta-se de fundamental importância. Qual é a função de cada sentido na percepção de experiências que levam as pessoas a criar modelos e propor explicações para realidade física? Por que as experiências observadas por um indivíduo levam-no a acreditar que o movimento só se dá pela ação de uma força ao ponto de estender esse raciocínio a objetos que se movem sem o contato com o movedor? Por que o Movimento Natural é um consenso entre as pessoas, ao ponto de levar

Aristóteles a criar uma teoria extremamente complexa para justificar tal fato? Que tipo de experiências levam indivíduos cegos a construção de modelos da realidade física? Por que esses modelos são praticamente idênticos aos de pessoas não cegas?

Sugere-se que a busca da solução à tais questionamentos possa contribuir significativamente para o ensino de Física não só do deficiente visual, como também do vidente.

II- METODOLOGIA

Apresentar-se-a uma análise das concepções** expressas por um grupo de seis sujeitos cegos que, individualmente, foram submetidos a uma série de questionamentos que enfocavam situações cotidianas de repouso e movimento, com o objetivo de fazê-los refletir sobre o tema e expressar suas idéias. As entrevistas foram realizadas pelo autor do texto, e a metodologia utilizada baseou-se na mesma empregada por *Robin e Ohlsson (op. cit.)* que estudaram as concepções alternativas de sujeitos videntes acerca de movimento, relacionando-as com a teoria medieval de impetus.

As entrevistas concedidas pelos indivíduos cegos, foram filmadas e transcritas na íntegra, sendo que no ato da transcrição, todas as linhas foram enumeradas para que as idéias dos sujeitos pudessem ser identificadas. É fundamental a observação de que as concepções obtidas, resultam do agrupamento de idéias, analisadas e interpretadas como referindo-se à determinada característica (*Camargo, op. cit.*). Dessa forma, para o grupo de seis sujeitos cegos, foram identificadas quarenta e sete concepções. Utilizou-se as siglas C_n para identificar a concepção n e S_k para identificar o sujeito k . As questões utilizadas para a realização das entrevistas se encontram no **apêndice A**.

É importante ressaltar que as idéias dos sujeitos não estão explicitadas aqui, visto que, a maioria delas era muito extensa, bem como, muitas das concepções foram justificadas por um bom número de idéias, e portanto, sua disposição ocuparia um grande espaço, o que inviabilizaria a exposição deste texto. Contudo, as concepções alternativas surgem das interpretações de determinado conjunto de idéias que foram agrupadas por terem características semelhantes do ponto de vista conceitual. As concepções foram escritas em uma linguagem formal com o objetivo de se eliminar as ambigüidades e repetições, extremamente comuns à linguagem falada. As 47 concepções alternativas expressas pelos sujeitos se encontram disponíveis no **apêndice B**.

III- ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES OBTIDAS.

Das 47 concepções alternativas diagnosticadas, verificou-se uma relação entre tais concepções e o número de sujeitos que as expressaram. As concepções alternativas expressas por apenas um sujeito, surgiram do contexto do diálogo estabelecido. Por outro lado, obteve-se um conjunto de concepções comum a todos os sujeitos ou a um grupo deles, já que, as

** O Autor agradece ao Lar Escola Santa Luzia para Cegos, que permitiu a realização das entrevistas com os sujeitos.

questões aplicadas foram as mesmas e conseqüentemente o tema em discussão girou em torno do mesmo assunto.

Não obstante, o fato das questões serem as mesmas e do tema abordado ser o mesmo, não justifica a semelhança de concepções encontradas para todos os sujeitos ou para um grupo deles. Nas entrevistas realizadas, as explicações utilizadas pelos indivíduos cegos para determinada situação, apresentavam com freqüência uma semelhança conceitual. A tabela 1 mostra a relação entre as concepções diagnosticadas e o modelo aristotélico de movimento.

Tabela 1: Relaciona as concepções com as teorias aristotélicas e do impetus

Concepções que são concordantes com a teoria aristotélica de movimento	
Concepções que são concordantes com a teoria do impetus	C ₉ , C ₁₆ , C ₂₉ .
Concepções parcialmente aristotélicas	C ₂₄ , C ₂₇ , C ₃₀ , C ₃₇ , C ₄₁ , C ₄₆ , C ₄₇ .
Concepções que são discordantes da teoria aristotélica de movimento	C ₂₆ , C ₃₂ , C ₃₃ , C ₃₈ , C ₄₄ .
Concepções que são discordantes da teoria do impetus	C ₁₇ , C ₁₈ , C ₄₃ .
Concepções que não possuem conexão com a teoria aristotélica e/ou com a teoria do impetus	C ₅ , C ₁₅ , C ₂₈ , C ₃₄ , C ₃₅ , C ₃₆ , C ₄₂ .
Concepções gerais	C ₈ , C ₁₄ , C ₂₂ , C ₃₉ , C ₄₅ .

Os critérios utilizados para a categoria em que foram enquadradas as concepções são os seguintes:

Concepções alternativas aristotélicas: são as concepções que seguem o modelo aristotélico de movimento, ou seja, obedecem os princípios de que a todo corpo móvel associa-se um movedor que mantém constante contato com o que se move – Movimento Forçado – e o princípio que explica a queda de objetos sólidos com a utilização do argumento de que há uma tendência natural entre objetos sólidos, mesmo material da Terra, ocuparem seu lugar natural de descanso que é o centro do Universo – Lugar Natural.

Concepções alternativas de Impetus: São concepções que de uma certa forma mantêm analogias à teoria de força impressa desenvolvida na Idade Média por Philoponus (século V) e Buridan (século XIV). Cabe ressaltar que esse princípio não deixa de ser aristotélico, pois continua obedecendo o conceito de que a todo corpo que se move, associa-se uma força. No entanto, o movedor nesta teoria, não é entendido como um “ente físico”, o que faz com que seja discordante das teorias aristotélicas, principalmente ao que se refere ao conceito de antiperistasis.

Concepções alternativas parcialmente aristotélicas: São concepções que de uma certa forma obedecem os princípios aristotélicos de movimento, no entanto, utilizam elementos como o ar ou a gravidade como movedores ou então, utilizam-se de princípios não aristotélicos como o de que durante a subida, a velocidade de uma bola aumenta, ou o de que a velocidade de chegada é superior à velocidade de saída de uma bola que é lançada para cima, para justificar algumas idéias de movimento.

Concepções alternativas discordantes do modelo aristotélico de movimento: São concepções que são contrárias ao modelo aristotélico de movimento, isto é, são discordantes dos princípios de movimento Natural e de Movimento Forçado.

Concepções alternativas discordantes da teoria do impetus: Enquadrou-se nesta categoria, principalmente as concepções discordantes da teoria de impetus circular, especificamente aquelas que se referem à trajetória de uma esfera que gira amarrada a um barbante, ou que abandona canos.

Concepções alternativas sem conexão: Estas concepções não mantêm qualquer analogia ao modelo aristotélico de movimento e/ou ao conceito medieval de impetus.

Concepções alternativas gerais: São concepções que não podem ser categorizadas como aristotélicas ou de impetus, pois referem-se a conceitos de velocidade ou relação massa/formato e que portanto, não utilizam-se de conceitos aristotélicos ou de impetus para se justificarem, tanto do ponto de vista concordantes quanto do ponto de vista discordantes.

Das quarenta e sete concepções diagnosticadas, dezessete são concordantes com a teoria aristotélica de movimento, sete são parcialmente concordantes com essa teoria e três são concordantes com a teoria do impetus; cinco concepções são discordantes da teoria aristotélica, três são discordantes da teoria do impetus, sete não mantêm conexão com essas teorias e cinco são concepções gerais por se tratarem de noções de velocidade e da relação massa/formato. Das vinte e sete concepções alternativas que fazem parte do grupo das aristotélicas, impetus ou parcialmente aristotélicas, oito foram expressas por todos os sujeitos, três foram expressas por cinco sujeitos e duas por quatro sujeitos. Uma concepção foi expressa por um grupo de três sujeitos, uma outra por um grupo de dois e doze concepções foram expressas individualmente pelos sujeitos. A tabela 2 mostra uma visão geral do grupo de sujeitos com as características das concepções que tal grupo expressou.

Tabela 2 : Relação entre grupos de sujeitos e características de suas concepções

	Concepções Aristotélicas	Impetus	Parcialmente Aristotélicas	Discordantes da teoria Aristotélica	Discordantes da teoria do Impetus	sem conexão com essas teorias	Gerais
Todos os sujeitos	C ₂ , C ₃ , C ₄ , C ₆ , C ₇ , C ₁₀ , C ₁₁	C ₉					
Grupo de cinco sujeitos	C ₁ , C ₁₃ , C ₁₉						
Grupo de Quatro sujeitos	C ₁₂	C ₁₆					
Grupo de três sujeitos	C ₂₃			C ₂₆		C ₁₅	C ₂₂
Grupo de dois sujeitos	C ₂₀ ,				C ₁₇ , C ₁₈ , C ₄₃	C ₅	C ₈ , C ₁₄

Um sujeito	C ₂₁ , C ₂₅ , C ₃₁ , C ₄₀	C ₂₉	C ₂₄ , C ₂₇ , C ₃₀ , C ₃₇ , C ₄₁ , C ₄₆ , C ₄₇	C ₃₂ , C ₃₃ , C ₃₈ , C ₄₄		C ₂₈ , C ₃₄ , C ₃₅ , C ₃₆ , C ₄₂	C ₃₉ , C ₄₅
---------------	--	-----------------	---	--	--	--	-----------------------------------

Cabe observar na tabela 2 a relação entre o grupo de sujeitos e a categoria de concepções alternativas expressas por esses grupos. Os grupos todos os sujeitos, cinco sujeitos e quatro sujeitos sem exceção, expressaram concepções categorizadas como aristotélicas, parcialmente aristotélicas e de ímpetus, sendo que as outras categorias de concepções apareceram em maior proporção nos grupos de três e dois sujeitos como também nos grupos unitários. No grupo de sujeitos, com exceção de S4 e S5, que perderam a visão até os três anos de idade e até os cinco anos de idade respectivamente, todos os outros eram cegos de nascença e portanto, o conjunto de experiências sensoriais que esses indivíduos mantiveram com o mundo físico, nunca teve participação do estímulo visão, ou para o caso de S4 e S5, a visão participou efetivamente de suas experiências sensoriais até a idade em que ficaram cegos. Como nota-se, apesar da ausência de experiências visuais, existia uma semelhança conceitual em seus diálogos ou explicações para o repouso, movimento, queda e trajetória dos objetos. Embora cegos, as noções de que há a necessidade de uma força de contato ou impressa, para se manter o movimento, e de que a queda dos objetos é algo natural e portanto não necessita de maiores explicações são comuns entre eles.

As concepções que são discordantes ou não mantêm conexão com o modelo aristotélico e/ou de ímpetus, foram encontradas entre os seis sujeitos. Tais concepções destacaram-se por serem comuns a grupos menores, grupos de três e de dois sujeitos e também para grupos unitários. Essas concepções alternativas geralmente referiam-se a algumas situações vividas em particular por cada sujeito como andar de avião, ou explicações ouvidas do professor sobre questões da Física enquanto frequentaram a escola. Portanto, cada sujeito expressou em média vinte concepções que podem ser analisadas em termos quantitativos da seguinte maneira explicitada na tabela 3:

Tabela 3: Explicita quantitativamente as concepções obtidas.

Sujeitos	Característica de sua deficiência	Número de concepções identificadas	Aristotélicas	Ímpetus	Parcialmente aristotélicas	Discordantes da teoria aristotélica	Discordantes da teoria de ímpetus	Sem conexão	Gerais
S ₁	Cego de nascença	18	10	2			2	2	2
S ₂	Cego de nascença	25	14	2	2		2	2	3
S ₃	Cego de nascença	22	12	3	2	1		2	2
S ₄	Perdeu a visão aos três anos	21	12	2	2	2		3	
S ₅	Perdeu a visão aos cinco anos	20	12	1	1	2	1	1	2
S ₆	Cego de nascença	14	10	1		2	1		

Como mostra a tabela 3, as concepções que obedecem ao modelo de movimento aqui discutido representam para cada sujeito a maior parte de suas concepções alternativas.

Para S₁, aproximadamente 67% de suas concepções pertencem ao grupo de conceitos aristotélicos, parcialmente aristotélicos e de impetus, para S₂, esse número é de 64%, S₃ apresenta um percentual de 77,3%, S₄ 76,2%; S₅, 70% e S₆, 78,6%.

É importante observar que alguns sujeitos como é o caso de S₁ e S₂, apresentam concepções concordantes e discordantes com o conceito de impetus, outros como S₃ e S₄, apresentam concepções concordantes com a aristotélica e discordantes dessa mesma teoria e os sujeitos S₅ e S₆, apresentam concepções concordantes com as teorias aristotélicas e impetus e outras discordantes dessas mesmas teorias.

Embora as concepções que obedecem ao modelo físico de movimento aqui discutido representem a base conceitual de cada indivíduo, em algumas ocasiões do diálogo os sujeitos emitiam concepções que eram discordantes desse modelo. Tais concepções, mesmo em menor quantidade e de uma maneira geral, referem-se a noções de trajetórias de esferas (C₁₇, C₁₈ e C₄₃), à noções de queda de objetos ou de força e velocidade (C₂₆, C₃₂, C₃₃, C₃₈ e C₄₄).

Na tabela 4, agrupou-se as concepções relacionando-as ao paradigma aristotélico de movimento. Considera-se como paradigma aristotélico de movimento, os princípios de movimento forçado, que pode ser subdividido nos casos em que o movedor se encontre em contato com o que se move, ou quando o movedor não se encontre em contato com o movente (impetus) e de lugar natural.

Tabela 4: Relaciona as concepções com o paradigma aristotélico de movimento.

Movimento Forçado	Objetos que se movem mantendo o contato com o seu movedor	C ₆ , C ₇ , C ₁₉ , C ₂₃ , C ₂₇ , C ₃₁ , C ₄₇ .
	Objetos que se movem sem contato com o movedor (impetus)	C ₉ , C ₁₀ , C ₁₆ , C ₂₄ , C ₂₅ , C ₂₉ , C ₃₀ , C ₄₀ .
Lugar Natural	C ₁ , C ₂ , C ₃ , C ₄ , C ₁₁ , C ₁₂ , C ₁₃ , C ₁₈ , C ₂₀ , C ₂₁ , C ₂₉ , C ₃₇ , C ₄₀ , C ₄₁ , C ₄₆ .	

Como apresenta a tabela 4, das 47 concepções diagnosticadas, 15 concepções alternativas ou aproximadamente 32%, seguem o princípio aristotélico de Movimento Forçado, outras 15, ou aproximadamente 32%, obedecem ao princípio aristotélico de movimento Natural, ou seja, aproximadamente 64% das concepções obtidas obedecem ao paradigma aristotélico de Movimento.

IV- CONCLUSÕES:

Neste texto, analisou-se alguns estudos realizados nas últimas três décadas sobre concepções alternativas de repouso e movimento. Enfocou-se, sob aspectos históricos e visuais, as concepções alternativas sobre repouso e movimento de um grupo de seis sujeitos cegos. Verificou-se que para o referido grupo, existe uma tendência de suas idéias alternativas

convergirem aos modelos pré-científicos de movimento, elaborados principalmente por Aristóteles. Um outro aspecto conceitual verificado junto às concepções alternativas dos sujeitos, foi o de força impressa ou impetus. Como apontam várias pesquisas nesta área, tais tendências também são verificadas junto a sujeitos videntes e portanto, indivíduos embora cegos, não representam exceção à maneira alternativa de como o senso comum aborda questões relacionadas ao movimento.

Deste fato, a construção de modelos explicativos do movimento feita por qualquer pessoa não perita em Física, não parece depender exclusivamente de aspectos visuais, embora estes, sejam de fundamental importância na interação do homem com o meio físico, já que sensações auditivas e táteis participam de modo relevante na "construção" de tais modelos. Estes aspectos, deveriam ser levados em conta por professores de Física que trabalhem com alunos cegos ou videntes na construção de seu conhecimento científico, pela superação de seus modelos. Toda via, as concepções alternativas exibem características extremamente significativas, pois são resultados de experiências e observações, e conseqüentemente, são extremamente resistentes à mudança. De acordo com os resultados obtidos, ao se excluir a observação visual de um indivíduo, suas concepções alternativas de repouso e movimento, praticamente não se alteram, fato que conduz a conclusão de que além da influencia social, observações não visuais participam diretamente na construção de modelos de repouso e movimento, e dessa forma, atividades de ensino baseadas em experiências táteis e auditivas, podem se tornar extremamente significativas ao ensino de Física de pessoas cegas, e por que não dizer, de pessoas que não sejam cegas.

Contudo, como aponta *Lowenfeld, (1983)* deve-se definir alguns princípios gerais importantes para se adaptar o ensino às necessidades educacionais do aluno cego, como solidez, unificar experiências e aprender fazendo. Destes princípios, conclui-se que o conhecimento do aluno cego é obtido principalmente através da audição e do tato. Para que o aluno realmente compreenda o mundo ao seu redor, devemos apresentar-lhe objetos que possam ser tocados e manipulados. Através da observação tátil de objetos, o aluno pode conhecer a sua forma, o seu peso, a sua solidez, as qualidades de superfície e a sua maleabilidade (propriedades físicas dos objetos). Como a experiência visual tende a unificar o conhecimento em sua totalidade, um aluno deficiente visual não consegue obter essa unificação a não ser que os professores lhe apresentem experiências como "unidades de experiência". É necessário que o professor ponha "os todos" em perspectiva através da experiência concreta real e tente unificá-las por meio de explicações e de seqüências. Para que o aluno cego aprenda a respeito do ambiente, é necessário iniciá-lo na auto-atividade. Como a visão domina praticamente todos os estágios da aprendizagem, que representa a base para muitos dos processos intelectuais superiores, torna-se importante oferecer alguma programação sistemática de experiências para as pessoas cegas.

Sob uma abordagem geral, tais princípios não devem necessariamente ser aplicados somente a alunos cegos, já que a consciência do "estar em movimento", bem como as concepções alternativas relacionadas a este tema, não são exclusividade dos videntes. A introdução de situações problemas ao ensino de Física, que envolvam observações auditivas e táteis de fenômenos relacionados a repouso e movimento, pode gerar conflitos que façam com que o aluno questione seus modelos alternativos. Através da adaptação e/ou da criação de atividades de ensino de Física à pessoas cegas, pessoas videntes podem se aproveitar dessas

atividades e através disso, obterem uma melhor compreensão ou mesmo alterarem seus modelos de repouso e movimento.

Desta forma, é proposta uma abordagem positiva da questão da deficiência visual, isto é, a cegueira, além de representar uma barreira social, que pode e deve ser superada, tanto por parte do deficiente através da super compensação (*Vygotski, op. cit.*), quanto por parte da sociedade, deve ser encarada como algo que desperte a consciência de todos os educadores para a importância de experiências não visuais, na construção de suas atividades de ensino

V- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- BAUGHMAN, J. e ZOLLMAN, D. *Physics labs for the blind. The physics teacher.* 1977. p. 339-342.
- BROWN, D. E. e CLEMENT, J. *Misconceptions concerning Newton's law of action and reaction: The underestimated importance of the third law. In J. D. Novak (ed.), Proceedings of the second International Seminar on Misconceptions in Science and Mathematics, Cornell University, Vol. III, 1987. p.39-53.*
- CAMARGO, E. P. *Um estudo das concepções alternativas sobre repouso e movimento de pessoas cegas. Bauru, 2000. 218 p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Campus de Bauru, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".*
- COHEN, I.B. *O nascimento de uma nova Física. São Paulo, Livraria Editora. 1967. p. 1-27 e 79.*
- ECKSTEIN, S. G. e SHEMESH, M. *Stage Theory of the development of alternative conceptions. Journal of research in science teaching. Vol. 30 n. 1. 1993. p. 45-64.*
- GARDNER, P. L. *Physics students' comprehension of motion with constant velocity - The Australian science teachers. 31 (4). 1986. p. 27-32.*
- HISE, Y. V. *Student Misconceptions in Mechanics: An International Problem?. The Physics Teacher. 1988. p. 498-502*
- LEONTIEV, A. N. *Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In: Vigotski L. S., Luria, A. R., Leontiev, A. N. Linguagem desenvolvimento e aprendizagem. São Paulo.1988. p. 59-83*
- LINN, M. C., THIER, H. D. *Adapting science material for the blind (ASMB): Expectation for student outcomes. Science Education (59). 1975. p. 237-246.*
- Lowenfeld, B. *Berthold Lowenfeld on Blind ness and Blind Pople: Selected Papers. New York: American Foundaton for the Blind, 1983*
- LOCHHEAD, J., DUFRESNE, R. *Helping students understanding difficult science concepts through the use of dialogues with history. The History and Philosophy of Science in Science Teaching. 1989. p. 221-229*

- MASINI, E. F. S. *O perceber e o relacionar-se do deficiente visual; orientando professores especializados.* Revista Brasileira de Educação Especial. 1994. p. 29-39.
- MERLEAU-PONTY, M. *Fenomenologia da Percepção.* São Paulo, Freitas Bastos, 1971.
- McCLOSKEY, M., CARAMAZZA, A., GREEN, B. *Curvilinear motion in the absence of external forces: Naive beliefs about the motion of objects.* Science vol. 210. 1980. p. 1139-1141
- MINSTRELL, J. *Explaining the “at rest” condition of an object.* The Physics teacher. 1982. p. 10-14.
- MORTIMER, E. F. *conceptual change or conceptual profile change?* Science & Education, 4 (3), 1995. p. 262-287.
- PEDUZZI, L. O. Q. *Física Aristotélica: Por que não considerá-la no ensino da mecânica?.* Caderno Catarinense de ensino de física - Universidade Federal de Santa Catarina, Vol. 13 n.1. Abril, 1996. p. 48-63
- 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?* 1999
- ROBIN, N. & OHLSSON, S. *Impetus then and now: A detailed comparison between Jean Buridan and a single contemporary subject.* The History and Philosophy of Science in Science Teaching. 1989. p. 292-305
- SEVILLA, J., ORTEGA, J., BLANCO, F., SÁNCHEZ, C., *Physics for blind students: a lecture on equilibrium.* Physics Education (26), 1991. p. 227-230.
- STINNER, A. *The story of force: from Aristotle to Einstein.* Physics education. 1994. p. 77-85.
- TWIGGER, D., BYARD, M., DRIVER, R., DRAPER, S., HARTLEY, R., HENNESY, S., MOHAMED, R., O'MALLEY, C., O'SHEA, T. e SCANLON, E. *The conception of force and motion of students aged between 10 and 15 years: an interview study designed to guide instruction.* International Journal of Science Education vol. 16, n. 2. 1994. p. 215-229
- VIGOTSKI, L. S. *Problemas especiales da defectologia.* In: ____. *Fundamentos de defectologia: El niño ciego.* Havana: Editorial Pueblo Y Educación, 1997. p. 74-87.
- WEENS, B., *A physical science course for the visually impaired.* The physics teacher, 1977. p. 333-338.

APÊNDICES

Apêndice A: Questões aplicadas

Situação 1- Repouso dos objetos:

1.1- - O que faz com que o livro fique em repouso sobre a mesa?

1.2- - Coloca-se um livro sobre a mão esticada do sujeito. Coloca-se mais de um livro na mão esticada do sujeito. O que você fez para que o livro permanecesse parado sobre sua mão? Para você, o que é força? Você acha que a mesa poderia exercer uma força no livro? (*Minstrell, 1982*).

Situação 2 - Movimento horizontal dos objetos:

2.1- - Com as mãos, aplica-se ao livro uma força paralela ao plano: O que acontecerá quando não houver mais o contato entre a mão e o livro?

2.2- - Por que os objetos se movem?

2.3- - Você precisa empurrar ou puxar um objeto para que ele se movimente sempre com a mesma velocidade?

2.4- - Por que alguns objetos continuam se movendo por um certo tempo depois de você ter deixado de empurrá-los?

2.5- - Por que objetos param de se mover?

2.6- - Se você empurra um livro e uma bola de metal com a mesma força, qual irá mais longe? Por que?

2.7- - Poderia existir uma situação em que um objeto em movimento continuasse em movimento com a mesma velocidade embora não haja nada empurrando-o ou puxando-o? (*Lochhead e Dufresne, 1989*)

Situação 3 - Queda dos objetos:

3.1- - Você tem em suas mãos uma pedra. O que acontecerá se você abandoná-la? Por que? E se você lançá-la para cima?

3.2- - Por que objetos caem?

3.3- - Se você joga uma pedra para cima, o que acontece com ela? Por que?

3.4- - Você tem em suas mãos uma esfera de metal e uma folha de papel aberta. Se você abandoná-las da mesma altura quem chegará primeiro ao solo? Por que? (*Hise, 1988*)

3.5- - Imagine que do alto de um prédio de 50 andares são abandonados dois objetos no mesmo instante. Um dos objetos é uma grande pedra de uma tonelada e o outro uma pequena pedra de um quilograma. Qual deles chegará primeiro ao solo? Por que? (*Robin e Ohlsson, op. cit. .*)

3.6- - Lembra-se da questão 3.4 (folha de papel aberta e esfera de metal)? Imagine agora que a folha de papel esteja amassada de tal forma que pareça com uma esfera. Qual das duas chegará primeiro ao solo se forem abandonadas no mesmo instante e da mesma altura? Por que?

Situação 4 - Trajetória dos objetos:

4.1- - Considere um tubo cilíndrico não encurvado colocado sobre uma mesa horizontal. Coloca-se dentro do tubo uma esfera rígida de metal cujo diâmetro é apenas um pouco menor do que o diâmetro do tubo, a fim de que possa se mover livremente dentro do tubo. Você empurra a esfera. Qual será o caminho percorrido por ela após abandonar o tubo?

4.2- - Considere agora que o tubo seja encurvado. Qual será o caminho descrito pela esfera ao abandonar o tubo?

4.3- - Você prende uma esfera a um fio rígido e a gira sobre sua cabeça. Explique qual será o caminho descrito pela esfera se você soltar o fio. (*McCloskey, et. al., 1980*).

Apêndice B: Grupo de concepções alternativas:

C1 - Um objeto se encontra em repouso quando está parado em um determinado local e sem que ninguém ou alguma coisa o empurre ou o puxe, ou mexa com ele.

C2 - Pelo fato do livro ser um objeto que não possui vida, ele não sairá do lugar em que se encontra a menos que alguém ou alguma coisa o leve para onde deseja.

C3 - Objetos sem vida como a mesa, não exercem forças no livro, ela apenas serve de obstáculo para que o livro não chegue ao chão.).

C4 - Quando eu seguro o livro com as minhas mãos ele não cai, porque eu, ser vivo, exerço uma força com o meu braço que é suficiente para impedir a queda do livro.

C5 - Existem várias naturezas de forças, como por exemplo a força humana e a energia elétrica.

C6 - Os objetos se movimentam devido a ação de uma força, e esse movimento se dará na mesma direção e sentido da força.

C7 - Um objeto deixará de se mover quando a força deixar de ser aplicada sobre ele.

C8 - A velocidade constante é aquela que permanece sempre a mesma.

C9 - Alguns objetos como um carrinho de fricção ou uma bola, continuam se movendo mesmo sem haver contato entre eles e o movedor (aquele que os colocou em movimento), pelo fato de que o movedor lhes transmite uma força que é responsável pela continuação do movimento e esse movimento se dará até que a força cesse.

C10 - O motivo pelo qual objetos como a bola se movem mesmo sem o contato com o movedor, e outros como o livro não, é devido ao seu formato, seu peso, ou seu material.

C11 - Os objetos pesados caem, e os objetos leves vão para cima, porque é natural que seja assim.

C12 - O peso ou "gravidade" leva naturalmente os objetos pesados para baixo.

C13 - Objetos mais pesados caem mais rapidamente que objetos leves.

C14 - O formato dos objetos não influencia em sua massa. Exemplo: folha de papel aberta e folha de papel amassada.

C15 - A folha de papel amassada é mais pesada que a folha de papel aberta, ou seja, o formato interfere no peso dos objetos.

C16 - O formato de um cano interfere na trajetória de uma esfera após esta tê-lo abandonado.

C17 - Dependendo do valor da força aplicada na bolinha, ela poderá descrever trajetórias encurvadas ao abandonar o cano reto ou retilínea ao abandonar o cano torto.

C18 - A velocidade tangencial de uma esfera que gira amarrada ao um barbante não influencia em sua trajetória quando esta é solta ou quando o barbante se rompe, a trajetória desta esfera será retilínea na vertical e de cima para baixo.

C19 - Força ou energia é algo que os seres vivos são capazes de fazer ou exercer para impedir que um objeto chegue ao chão, ou para mudar um objeto do lugar, empurrando-o ou puxando-o.

C20 - A altura que um objeto atinge quando lançado para cima depende da força do lançador.

C21 - Se uma bola e uma pedra forem atiradas numa piscina com água, a pedra afundará e a bola não, pelo fato da pedra ser mais pesada que a água e a bola, não.

C22 - Velocidade está relacionada com distância e tempo.

C23 - É impossível que um objeto se mova sempre com a mesma velocidade se alguma coisa não puxá-lo ou empurrá-lo.

C24 - O motivo pelo qual uma bolinha de aço vai mais longe que uma bolinha de isopor, é pelo fato da bolinha de aço ser mais lisa do que a de isopor.

C25 - o Fato da superfície de contato com o objeto que se move, ser lisa ou áspera, influencia na duração do movimento e na distância percorrida.

C26 - Os objetos mais leves chegam primeiro ao solo, porque é mais fácil para a "gravidade" empurrá-los para baixo.

C27 - O ar empurra as coisas para baixo.

C28 - Uma bolinha, ao abandonar o cano reto ou torto, terá uma trajetória aleatória, pois não há nada que a faça permanecer em linha reta.

C29 - A trajetória de uma esfera que após se desprender de um barbante que a fazia girar, é circular e na vertical de cima para baixo.

C30 - Seres vivos, exceto os que possuem algum defeito físico, como paralisia, movimentam-se com suas próprias forças.

C31 - Objeto sem vida, só se movimentam devido à ação de uma força externa.

C32 - "Velocidade" e "força" são coisas parecidas.

C33 - Se não existisse a gravidade, os objetos iriam subir.

C34 - A gravidade é uma força do ar.

C35 - A gravidade não age em objetos como pássaro ou avião.

C36 - A folha de papel amassada é mais leve que a folha de papel aberta.

C37 - Uma bolinha que está girando amarrada a um barbante cairá um pouco pra frente quando for solta.

C38 - A Terra é como um ímã que atrai para si os objetos à distância

C39 - A folha de papel aberta e a folha de papel amassada tem o mesmo peso.

C40 - O formato de objetos de mesma massa influencia no tempo de queda.

C41 - Na Terra as coisas caem, no espaço, flutuam.

C42 - No espaço, ao contrário da Terra, os objetos se repelem, como ímãs de mesma polaridade, próximos.

C43 - O formato do cano não interfere na trajetória de uma esfera quando esta o abandona. Sua trajetória será sempre retilínea.

C44 - A bola e a folha de papel aberta, cairão juntas, quando soltas da mesma altura ao mesmo tempo.

C45 - Força e energia são a mesma coisa.

C46 - Quando um objeto é lançado para cima, durante a subida, sua velocidade aumenta de tal forma que quando ele retorna ao lugar de onde saiu, sua velocidade é muito maior do que quando foi lançado.

C47 - A gravidade é como uma força que empurra os objetos de cima para baixo.