

# O ensino de Física e os portadores de deficiência visual: aspectos da relação de suas concepções alternativas de repouso e movimento com modelos históricos

ÉDER PIRES DE CAMARGO  
LUÍS VICENTE DE ANDRADE SCALVI  
TÂNIA MORON SAES BRAGA

Universidade Estadual Paulista, Brasil

ESTÉFANO VIZCONDE VERASZTO

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

---

## I. Introdução

### I.1. 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). Todavia, 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 a 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 aquilo 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 tem sido realizado nas últimas três décadas (Eckstein e Shemesh, 1993), e como resultado desses trabalhos, apresenta-se a constatação da não convergência entre as visões dos estudantes e o pensamento científico atual (Twigger, 1994). Podemos analisar o problema de acordo com o construtivismo, considerando alguns pontos, dentre eles, a necessidade por parte dos estudantes de se compreender o mundo ao seu redor, necessidade que produz análises e interações sensoriais e sociais,

que resultam no surgimento das concepções alternativas (Lochhead e Dufresne, 1989). 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.

Não obstante, 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 elimina os conflitos cognoscitivos, mas se evita que adquiram o caráter confrontante entre as idéias próprias e os conhecimentos científicos.

No presente artigo, procura-se identificar quais são as convicções acerca de movimento em Física de pessoas deficientes visuais totais, e estabelecer relações entre tais convicções e os modelos históricos de repouso e movimento propostos por antigos filósofos. Busca-se também, compreender de que maneira a ausência de visão pode interferir ou não no pensamento espontâneo de um indivíduo cego, já que este não possui o sentido que o coloca em contato com muitos fenômenos observáveis principalmente pela visão.

## I.II. Algumas características da Física Aristotélica e da Física do Impetus

Muitas das idéias propostas por antigos filósofos acerca do movimento, 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 espontâneas, 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.

De acordo com as observações de Koyré (1991), Aristóteles (384-322 a.C.) de Estagira, tornaria-se durante a segunda Idade Média, o representante exclusivo da verdade, a culminância e a perfeição da natureza humana. Atento observador, suas constatações sobre o que via ocorrer na Terra e no firmamento, levaram-no a fazer afirmações sobre a natureza das coisas e a formular um modelo do universo. Propôs, que tal universo, deveria ser finito e centralizado na Terra. Separou a Física celeste da Física Terrestre,

baseando-se em observações de fenômenos que ocorriam na Terra, e no céu. Associou as mudanças observadas na Terra, como alterações no clima, nascimento e posterior morte dos seres humanos, entre outras, a um mundo imperfeito, corruptível sujeito a contínuas modificações (Peduzzi, 1996). Ao contrário da Terra, no céu Aristóteles, via a perfeição, a harmonia, e os ciclos repetitivos eram características eternas (Cohen, 1967).

Fatos como estes, levaram Aristóteles a organização de seu mundo físico do seguinte modo: a formação do mundo material terrestre, era constituída pela mistura de quatro elementos corruptíveis básicos, o elemento terra, o elemento água, o elemento ar e o elemento fogo. Já os corpos celestes, seriam constituídos por uma quinta substância incorruptível, o éter, um elemento puro, eterno, inalterável, não sujeito à mudança, e portanto, contrastante com os elementos terrestres (Peduzzi, 1996). Seu modelo físico distinguia o movimento como natural (por exemplo o movimento de corpos celestiais, ou objetos cadentes) e forçado (por exemplo um cavalo que puxa uma carroça, ou o lançamento de uma pedra). Todos os objetos, de acordo com Aristóteles, possuem um lugar natural no universo, e movimento natural é a propensão de objetos para se moverem ao seu lugar natural (Koyré, 1986).

No entanto, para que ocorra um movimento forçado, deve haver um movedor que faz com que o objeto se movimente. A Física Aristotélica não contém nenhum conceito de ação a distância, a noção de gravidade é literalmente inexistente no sistema aristotélico, o movimento de uma pedra lançada de um precipício seria explicado, em condições aristotélicas, como devido inicialmente a ação de um movedor (a força aplicada na pedra), uma força contínua de movimento e o movimento natural descendente da pedra (Gardner, 1986). O mecanismo da força responsável pela manutenção do movimento é bastante complexo: o objeto que está em movimento perturba o meio, que então continua a dar força ao objeto provocando com isso a continuidade do movimento até que a força cesse, tal processo é denominado antiperistasis (Franklin, 1978). Quando se movimenta, o projétil passa a ocupar o lugar que antes era preenchido pelo ar que havia a sua frente. Este mesmo ar, por sua vez, flui em torno da pedra para ocupar o espaço vazio deixado pela mesma. Com este movimento o ar impele o objeto para a frente. Tal processo é imperfeito e a força sobre o projétil gradualmente se extingue e ele pára. (Peduzzi, 1996).

Os adversários da dinâmica de Aristóteles sempre basearam suas críticas justamente ao conceito de antiperistasis, e como aponta Koyré (1986), a contestação às explicações aristotélicas aos movimentos contínuos da roda, da pedra, da flecha (Piaget e Garcia, 1982), se encontra evidenciada em seus críticos, dos quais destacam-se Hiparco, Philoponus a Buridan, Nicolau Oresme e Alberto da Saxônia a Leonardo da Vinci, Benedetti e Galileu. Tal crítica estabelecida inicialmente por Hiparco (séc. II a.C.) e Philoponus (séc. V d.C.) fundamentava-se no conceito de força impressa (Stinner, 1994) que mais tarde veio a ser denominada de impetus por Jean Buridan (séc. XIV d.C.) (McCloskey *et al.*, 1980).

Buridan também foi o responsável pela formulação definitiva desse conceito: "um movedor, ao colocar um corpo em movimento, deixa impresso nele um certo impetus, um certo poder capaz de provocar mudanças neste corpo na direção que o movedor imprimir, ou seja, para cima, para baixo, lateralmente, ou em círculo. Pela mesma quantia que o movedor move o corpo, o poder do impetus é impresso nele. É por esse impetus que a pedra é movida depois do lançador deixar de movê-la, mas, por causa da resistência do ar e da gravidade da pedra que a inclina ao entrar numa direção oposta àquela que o impetus tende a movê-la, este impetus se torna continuamente debilitado. Então o movimento da pedra se tornará continuamente mais lento até que o comprimento do impetus se torne tão diminuído ou destruído que a

gravidade da pedra prevaleça sobre ele, movendo a pedra para baixo para seu lugar natural" (McCloskey *et al.*, 1980).

Apesar da teoria de impetus ter continuado fiel ao princípio aristotélico de que força produz velocidade e não aceleração, é fato que este princípio representou um avanço conceitual sobre o movimento de objetos em relação às idéias propostas por Aristóteles, já que de acordo com essa teoria, o meio passa a ter um papel apenas de resistência ao movimento, e não é mais responsável pela continuidade do mesmo (Piaget e Garcia, 1982).

## II. Metodologia

De acordo com a perspectiva de investigação aqui apresentada, a realização de entrevistas mostrou-se um instrumento fundamental para a coleta dos dados desejados. A liberdade de percurso deste instrumento de obtenção de informações está associada mais especificamente à entrevista semi estruturada, que se desenrolou a partir de um esquema básico, porém não aplicado rigidamente junto ao grupo de deficientes visuais, permitindo que fossem feitas as necessárias correções, esclarecimentos e adaptações. Durante a elaboração das questões, utilizou-se um roteiro que guiou a entrevista através dos tópicos principais a serem cobertos. Esse roteiro seguiu uma certa ordem lógica, ou seja, os assuntos foram abordados dos mais simples aos mais complexos.

Cada sujeito entrevistado foi colocado mediante quatro situações problemas, sendo que, dentro de cada situação eram feitas questões que tinham por objetivo trazê-los à reflexão de ocasiões voltadas ao movimento dos corpos. A preocupação principal não era a de obter a resposta para tais questões, mas sim, a de gerar um diálogo com o entrevistado sobre movimento e através desse diálogo, procurar identificar suas concepções alternativas sobre o tema. Procurou-se conversar com os sujeitos através da utilização de expressões não técnicas evitando desta forma o emprego de termos como força, gravidade, pressão, etc. No caso do sujeito se referir a um desses termos, aproveitava-se para questioná-lo sobre seu significado e a partir disso passava-se a usá-lo ou não. Outros objetos de exploração eram os exemplos que livremente os sujeitos expunham em suas explicações, sendo que a maioria deles foram extremamente úteis para análise.

Desta forma, esta pesquisa se efetivou seguindo um plano de trabalho, dividido em 04 etapas, listadas a seguir:

### ETAPA 01: Seleção dos sujeitos

Participaram desta pesquisa sujeitos adultos cegos de nascença ou que perderam a visão na infância, e que não possuíam deficiência mental e/ou auditiva. Cabe ressaltar que todos os sujeitos eram alunos da instituição Lar Escola Santa Luzia para Cegos, localizada na cidade de Bauru. O número de alunos desta instituição era na ocasião de vinte e cinco, sendo que desses, seis se enquadraram nos critérios estabelecidos acima e os outros dezenove não apresentavam as características necessárias para a pesquisa. Dos seis sujeitos selecionados, quatro eram cegos de nascença, dois perderam totalmente

a visão na infância, até os cinco anos. Abaixo, encontram-se disponíveis algumas características peculiares de cada sujeito:

- SUJEITO 1: Cego de nascimento, 38 anos, cursou o ensino fundamental e médio em escola pública, era na ocasião universitário e cursava o segundo ano de Fisioterapia.
- SUJEITO 2: Cego de nascimento, 42 anos, concluiu o ensino fundamental em escola pública.
- SUJEITO 3: Cego de nascimento, 16 anos, na ocasião era estudante da primeira série do ensino médio em escola particular.
- SUJEITO 4: Perdeu totalmente a visão aos três anos de idade, 23 anos, concluiu o ensino fundamental em escola pública.
- SUJEITO 5: Perdeu totalmente a visão aos cinco anos de idade, 32 anos, frequentou a escola regular pública até a 5ª série.
- SUJEITO 6: Cego de nascimento, 45 anos, nunca cursou a escola pública regular, vindo ser alfabetizado na própria instituição "Lar Escola Santa Luzia" através do sistema braille.

## ETAPA 02: Elaboração do questionário e realização das entrevistas

Nesta etapa, quatro questões problemas abertas foram abordadas, sendo que a partir de cada questão se estabeleceu um diálogo com o entrevistado, onde sub-questões elaboradas previamente e/ou extraídas de artigos especializados em concepções alternativas e exemplos propostos pelos sujeitos, foram enfocados.

### *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.*, *op. cit.*).

A análise das respostas fornecidas pelos deficientes visuais a tais questionamentos, procurou não desprezar qualquer manifestação (oral ou gesticulada), pois estas poderiam apresentar dados indispensáveis no que se refere às concepções alternativas (Masini, *op. cit.*), por isso, o registro das entrevistas em fitas de vídeo, tornou-se fundamental no processo.

## **ETAPA 3: Identificação das idéias dos sujeitos**

Esta etapa se caracteriza pela transcrição das entrevistas. Cada linha, no ato da transcrição, foi enumerada a fim de uma melhor localização de idéias fornecidas pelos sujeitos sobre os temas já citados.

Define-se por idéias dos sujeitos, trechos extraídos do texto transcrito que de acordo com a interpretação do pesquisador fornece informações sobre como o sujeito compreende questões relacionadas ao tema pesquisado (Robin e Ohlsson, *op. cit.*). As idéias foram caracterizadas pela numeração das linhas do referido texto.

É importante ressaltar que todas as idéias dos sujeitos não estão explicitadas aqui, pois a disposição das idéias ocuparia um grande espaço, o que inviabilizaria a exposição deste texto. Contudo, no fragmento abaixo retirado da entrevista transcrita de S1, tem-se um exemplo de como as idéias dos sujeitos foram identificadas. Os trechos (linhas 8 e 9), (linha 12), (linhas 14 e 15) e (linhas 17, 18 e 19), referem-se respectivamente a idéias identificadas do sujeito e posteriormente, juntamente com idéias de outros sujeitos, interpretadas, generalizadas e categorizadas como uma determinada concepção alternativa. Foram utilizadas as siglas Cn para identificar a concepção alternativa n, Sk para identificar o sujeito k, e E para identificar o entrevistador que é um dos autores deste artigo.

- 1) E: Vamos começar a primeira fase de questões, eu vou dar um objeto para você. Você poderia me dizer o que é isso?
- 2) S1: Isto é um livro.
- 3) E: Exatamente. Vamos colocá-lo aqui sobre a mesa. Você poderia me dizer como ele está?
- 4) S1: Repouso.
- 5) E: O que é repouso para você?
- 6) S1: Repouso é quando a gente coloca um objeto sobre um lugar e o deixa sem mexer nele.
- 7) E: Quer dizer que ele está em repouso? Ele não está mexendo? É o oposto de estar mexendo?
- 8) S1: Exatamente, é não mexer. Está paradinho ai, quietinho.
- 9) E: Por que você acha que as coisas ficam em repouso, especificamente esse livro?
- 10) S1: É Porque ele não tem condições de sair do lugar em que ele se encontra, se alguém não tocar nele, não levá-lo para onde ele deseja.
- 11) E: Você poderia explicar melhor isso?
- 12) S1: O livro não consegue andar, o livro é um objeto, ele não é gente, não é como
- 13) nós que conseguimos nos locomover, ele não tem condições de se locomover se nós não o apanharmos de um lugar e levarmos para onde nós queremos que ele vá.

#### ETAPA 04: Interpretação e generalização das idéias em termos de concepções alternativas

Nesta etapa buscou-se interpretar as idéias dos sujeitos de acordo com semelhanças conceituais, e agrupá-las em termos de concepções alternativas, ou seja, uma concepção alternativa resulta do agrupamento de idéias do mesmo e/ou de outros sujeitos, que possuem de acordo com a interpretação do pesquisador, a mesma característica conceitual. Através disso, se eliminou os erros e ambigüidades extremamente comuns na linguagem falada e pôde-se relacionar e generalizar o mesmo tipo de característica conceitual expressa nas idéias do grupo de sujeitos. Dessa forma, para S1 identificou-se 102

idéias que foram interpretadas e agrupadas em 18 concepções alternativas. Para S2 o número de idéias foi de 97, interpretadas e agrupadas em 25 concepções. Para S3 esses números são respectivamente de 72 idéias e 22 concepções. Já para S4 obteve-se 62 idéias e 21 concepções. Para S5 o número de idéias foi de 56 enquanto o número de concepções alternativas 20. Finalmente para S6 obteve-se respectivamente 62 idéias e 14 concepções.

Os fragmentos abaixo indicam várias idéias e exemplificam como tais idéias, do mesmo e de diferentes sujeitos, foram interpretadas e agrupadas como sendo a concepção alternativa C1. O mesmo procedimento foi adotado para a identificação do restante das concepções alternativas, e tal procedimento encontra-se explicitado na íntegra em Camargo (*op. cit.*).

- S1: Repouso é quando a gente coloca um objeto sobre um lugar e o deixa sem mexer nele.
- S1: Exatamente, é não mexer. Está paradinho aí, quietinho.
- S2: Ele está em repouso, ele está deitado sobre a mesa.
- S2: repouso é uma posição inerte, parada.
- S2: parado é contrário dos movimentos.
- S3: Parado é o que permanece no mesmo lugar.
- E: Por que ele parou? S4: Porque ele parou de se movimentar.
- S5: Ele está parado, deitado sobre a mesa.
- E: Por que você acha que o livro fica parado sobre a mesa? S6: Porque não tem jeito de andar.
- 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.

### III. Concepções alternativas de pessoas cegas sobre repouso e movimento

Portanto as 47 concepções alternativas identificadas encontram-se abaixo. Elas estão separadas obedecendo o critério de grupo de sujeitos que as expressaram. Uma outra maneira de identificá-las, é através de semelhanças conceituais que as mesmas estabelecem ou não com os modelos aristotélico de movimento, e/ou do ímpetus. Tal classificação obedece os critérios que se seguem:

- C<sub>1</sub> - 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.
- C<sub>2</sub> - 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.
- C<sub>3</sub> - Objetos sem vida como a mesa, não exercem forças no livro, ela apenas serve de obstáculo para que o livro não chegue ao chão.
- C<sub>4</sub> - 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.

- $C_5$  - Existem várias naturezas de forças, como por exemplo a força humana e a energia elétrica.
- $C_6$  - Os objetos se movimentam devido a ação de uma força, e esse movimento se dará na mesma direção e sentido da força.
- $C_7$  - Um objeto deixará de se mover quando a força deixar de ser aplicada sobre ele.
- $C_8$  - A velocidade constante é aquela que permanece sempre a mesma.
- $C_9$  - 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.
- $C_{10}$  - 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.
- $C_{11}$  - Os objetos pesados caem, e os objetos leves vão para cima, porque é natural que seja assim.
- $C_{12}$  - O peso ou "gravidade" leva naturalmente os objetos pesados para baixo.
- $C_{13}$  - Objetos mais pesados caem mais rapidamente que objetos leves.
- $C_{14}$  - O formato dos objetos não influencia em sua massa. Exemplo: folha de papel aberta e folha de papel amassada.
- $C_{15}$  - A folha de papel amassada é mais pesada que a folha de papel aberta, ou seja, o formato interfere no peso dos objetos.
- $C_{16}$  - O formato de um cano interfere na trajetória de uma esfera após esta tê-lo abandonado.
- $C_{17}$  - 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.
- $C_{18}$  - 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.
- $C_{19}$  - 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.
- $C_{20}$  - A altura que um objeto atinge quando lançado para cima depende da força do lançador.
- $C_{21}$  - 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.
- $C_{22}$  - Velocidade está relacionada com distância e tempo.
- $C_{23}$  - É impossível que um objeto se mova sempre com a mesma velocidade se alguma coisa não puxá-lo ou empurrá-lo.
- $C_{24}$  - 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.

- $C_{25}$  - 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.
- $C_{26}$  - Os objetos mais leves chegam primeiro ao solo, porque é mais fácil para a "gravidade" empurrá-los para baixo.
- $C_{27}$  - O ar empurra as coisas para baixo.
- $C_{28}$  - Uma bolinha, ao abandonar o cano reto ou torto, terá uma trajetória aleatória, pois não há nada que a faça permanecer em linha reta.
- $C_{29}$  - 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.
- $C_{30}$  - Seres vivos, exceto os que possuem algum defeito físico, como paralisia, movimentam-se com suas próprias forças.
- $C_{31}$  - Objeto sem vida, só se movimentam devido à ação de uma força externa.
- $C_{32}$  - "Velocidade" e "força" são coisas parecidas.
- $C_{33}$  - Se não existisse a gravidade, os objetos iriam subir.
- $C_{34}$  - A gravidade é uma força do ar.
- $C_{35}$  - A gravidade não age em objetos como pássaro ou avião.
- $C_{36}$  - A folha de papel amassada é mais leve que a folha de papel aberta.
- $C_{37}$  - Uma bolinha que está girando amarrada a um barbante cairá um pouco pra frente quando for solta.
- $C_{38}$  - A Terra é como um ímã que atrai para si os objetos à distancia.
- $C_{39}$  - A folha de papel aberta e a folha de papel amassada tem o mesmo peso.
- $C_{40}$  - O formato de objetos de mesma massa influencia no tempo de queda.
- $C_{41}$  - Na Terra as coisas caem, no espaço, flutuam.
- $C_{42}$  - No espaço, ao contrário da Terra, os objetos se repelem, como ímãs de mesma polaridade, próximos.
- $C_{43}$  - O formato do cano não interfere na trajetória de uma esfera quando esta o abandona. Sua trajetória será sempre retilínea.
- $C_{44}$  - A bola e a folha de papel aberta, cairão juntas, quando soltas da mesma altura ao mesmo tempo.
- $C_{45}$  - Força e energia são a mesma coisa.
- $C_{46}$  - 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.
- $C_{47}$  - A gravidade é como uma força que empurra os objetos de cima para baixo.

## IV. Análise das convicções obtidas

### IV.1. Análise quantitativa

Das quarenta e sete convicções diagnosticadas, verificou-se uma importante relação entre tais convicções e o número de sujeitos que as expressaram. Muitas das convicções expressas por apenas um sujeito, surgiram do contexto do diálogo estabelecido, visto que, o grupo de questões que foi aplicado, serviu para que se pudesse manter um diálogo com os sujeitos, que enfocasse situações de objetos em repouso e objetos em movimento. Por muitas ocasiões, cada sujeito sugeria exemplos de situações diferentes de outro, o que resultou na especificidade e na diversidade de convicções. Por outro lado, obteve-se um conjunto de convicções comum a todos os sujeitos ou a um grupo deles, já que, as questões aplicadas foram as mesmas e conseqüentemente o tema em discussão girou em torno do mesmo assunto. A tabela 1 apresenta a relação discutida.

TABELA 1  
Relaciona as convicções com o grupo de sujeitos que a expressaram

Convicções expressas por todos os sujeitos	$C_{2'}, C_{3'}, C_{4'}, C_{6'}, C_{7'}, C_{9'}, C_{10'}, C_{11}$
Convicções expressa por todos os sujeitos com exceção de um	$C_1$ (exceção de $S_4$ ), $C_{13}$ (exceção de $S_6$ ), $C_{19}$ (exceção de $S_1$ )
Convicções expressas por todos sujeitos com exceção de dois	$C_{12}$ (exceção de $S_3$ e $S_5$ ) e $C_{16}$ (exceção de $S_5$ e $S_6$ ),
Convicções expressas por três sujeitos	$C_{15}$ ( $S_1, S_2$ e $S_3$ ), $C_{22}$ ( $S_2, S_3$ e $S_5$ ), $C_{23}$ ( $S_2, S_3$ e $S_5$ ) e $C_{26}$ ( $S_3, S_5$ e $S_6$ )
Convicções expressas por dois sujeitos	$C_5$ ( $S_1$ e $S_2$ ), $C_8$ ( $S_1$ e $S_2$ ), $C_{14}$ ( $S_1$ e $S_3$ ), $C_{17}$ ( $S_1$ e $S_2$ ), $C_{18}$ ( $S_1$ e $S_2$ ), $C_{20}$ ( $S_2$ e $S_4$ ) e $C_{43}$ ( $S_5$ e $S_6$ )
Convicções expressas por um sujeito	$C_{21}$ ( $S_2$ ), $C_{24}$ ( $S_3$ ), $C_{25}$ ( $S_3$ ), $C_{27}$ ( $S_3$ ), $C_{28}$ ( $S_3$ ), $C_{29}$ ( $S_3$ ), $C_{30}$ ( $S_4$ ), $C_{31}$ ( $S_4$ ), $C_{32'}$ ( $S_4$ ), $C_{33}$ ( $S_4$ ), $C_{34}$ ( $S_4$ ), $C_{35}$ ( $S_4$ ), $C_{36}$ ( $S_4$ ), $C_{37}$ ( $S_4$ ), $C_{38}$ ( $S_4$ ), $C_{39}$ ( $S_5$ ), $C_{40}$ ( $S_5$ ), $C_{41}$ ( $S_5$ ), $C_{42}$ ( $S_5$ ), $C_{44}$ ( $S_6$ ), $C_{45}$ ( $S_2$ ), $C_{46}$ ( $S_2$ ) e $C_{47}$ ( $S_2$ ).

Observando a tabela 1, pode-se notar que há um determinado grupo de convicções comum a todos os sujeitos, bem como, outros grupos comuns a cinco deles, quatro deles, comuns a três deles, comuns a dois sujeitos e convicções que foram expressas individualmente. 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, bem como no diálogo que estabeleceu-se com cada sujeito, e mesmo na diversidade de exemplos de situações de movimento, por muitas vezes as explicações utilizadas pelos indivíduos cegos para determinada situação, apresentavam uma semelhança conceitual. A tabela 2 apresenta a relação entre as concepções diagnosticadas e o paradigma aristotélico de movimento.

TABELA 2  
Relaciona as convicções com as teorias aristotélicas e do impetus

Convicções que são concordantes com a teoria aristotélica de movimento	$C_1, C_2, C_3, C_4, C_6, C_7, C_{10}, C_{11}, C_{12}, C_{13}, C_{19}, C_{20}, C_{21}, C_{23}, C_{25}, C_{31}, C_{40}$
Convicções que são concordantes com a teoria do impetus	$C_9, C_{16}, C_{29}$
Convicções parcialmente aristotélicas	$C_{24}, C_{27}, C_{30}, C_{37}, C_{41}, C_{46}, C_{47}$
Convicções que são discordantes da teoria aristotélica de movimento	$C_{26}, C_{32}, C_{33}, C_{38}, C_{44}$
Convicções que são discordantes da teoria do impetus	$C_{17}, C_{18}, C_{43}$
Convicções que não possuem conexão com a teoria aristotélica e/ou com a teoria do impetus	$C_5, C_{15}, C_{28}, C_{34}, C_{35}, C_{36}, C_{42}$
Convicções gerais	$C_8, C_{14}, C_{22}, C_{39}, C_{45}$

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

- **CONVICÇÕES ARISTOTÉLICAS:** São todas as convicções expressas pelos sujeitos 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.
- **CONVICÇÕES DE IMPETUS:** São convicções expressas pelos sujeitos, que de uma certa forma mantêm analogias à teoria de força impressa desenvolvida na Idade Média inicialmente por Philoponus (século V) e posteriormente por Buridan (século XIV). Cabe ressaltar que esse princípio, não deixa de ser aristotélico, pois continua obedecendo o paradigma 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.
- **CONVICÇÕES PARCIALMENTE ARISTOTÉLICAS:** São convicções expressas pelos sujeitos, 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.
- **CONVICÇÕES DISCORDANTES DO MODELO ARISTOTÉLICO DE MOVIMENTO:** São convicções expressas pelos sujeitos, que são contrárias ao paradigma aristotélico de movimento, isto é, são discordantes dos princípios de Lugar Natural e de Movimento Forçado.
- **CONVICÇÕES DISCORDANTES DA TEORIA DO IMPETUS:** Enquadrou-se nesta categoria, principalmente as convicções que eram discordantes da teoria de impetus circular, especificamente às convicções que se referem à trajetória de uma esfera que gira amarrada a um barbante, ou que abandona canos.

- CONVICÇÕES SEM CONEXÃO: Estas convicções não mantêm qualquer analogia ao modelo aristotélico de movimento e/ou ao conceito medieval de impetus.
- CONVICÇÕES GERAIS: São convicções 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 convicções 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 convicções são discordantes da teoria aristotélica, três são discordantes da teoria do impetus, sete não mantêm conexão com essas teorias e cinco são convicções gerais por se tratarem de noções de velocidade e da relação massa/formato. Das vinte e sete convicções 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 convicção foi expressa por um grupo de três sujeitos, uma outra por um grupo de dois e doze convicções foram expressas individualmente pelos sujeitos. A tabela 3 mostra uma visão geral do grupo de sujeitos com as características das convicções que tal grupo expressou.

TABELA 3  
Relação entre grupos de sujeitos e características das convicções

	CONVICÇÕES ARISTOTÉLICAS	IMPETUS	CONVICÇÕES PARCIALMENTE ARISTOTÉLICAS	DISCORDANTES DA TEORIA ARISTOTÉLICA	DISCORDANTES DA TEORIA DO IMPETUS	CONVICÇÕES SEM CONEXÃO COM ESSAS TEORIAS	CONVICÇÕES GERAIS
Todos os sujeitos	C <sub>2r</sub> , C <sub>3r</sub> , C <sub>4r</sub> , C <sub>6r</sub> , C <sub>7r</sub> , C <sub>10r</sub> , C <sub>11</sub>	C <sub>9</sub>					
Grupo de cinco sujeitos	C <sub>1r</sub> , C <sub>13r</sub> , C <sub>19</sub>						
Grupo de quatro sujeitos	C <sub>12</sub>	C <sub>16</sub>					
Grupo de três sujeitos	C <sub>23</sub>			C <sub>26</sub>		C <sub>15</sub>	C <sub>22</sub>
Grupo de dois sujeitos	C <sub>20r</sub>				C <sub>17r</sub> , C <sub>18r</sub> , C <sub>43</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>8r</sub> , C <sub>14</sub>
Um sujeito	C <sub>21r</sub> , C <sub>25r</sub> , C <sub>31r</sub> , C <sub>40</sub>	C <sub>29</sub>	C <sub>24r</sub> , C <sub>27r</sub> , C <sub>30r</sub> , C <sub>37r</sub> , C <sub>41r</sub> , C <sub>46r</sub> , C <sub>47</sub>	C <sub>32r</sub> , C <sub>33r</sub> , C <sub>38r</sub> , C <sub>44</sub>		C <sub>28r</sub> , C <sub>34r</sub> , C <sub>35r</sub> , C <sub>36r</sub> , C <sub>42</sub>	C <sub>39r</sub> , C <sub>45</sub>

Cabe observar na tabela 3 a relação entre o grupo de sujeitos e a categoria de convicções expressas por esses grupos. Os grupos todos os sujeitos, cinco sujeitos e quatro sujeitos, sem exceção, expressaram convicções categorizadas como aristotélicas, parcialmente aristotélicas e de impetus, sendo

que as outras categorias de convicções, apareceram em maior proporção em relação às categorias de convicções aristotélicas, parcialmente aristotélicas e de impetus 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 grupo 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 total do estímulo visão e conseqüentemente, 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 e possuem "valor" extremamente relevante.

As convicções que são discordantes ou não mantêm conexão com o paradigma aristotélico e/ou de impetus, foram encontradas entre os seis sujeitos, entretanto, tais convicções destacam-se por serem comuns a grupos menores, grupos de três e de dois sujeitos, e também para grupos unitários. Essas convicções, geralmente, referiam-se a algumas situações particulares de cada sujeito, que eram provenientes de suas experiências individuais, como andar de avião, explicações ouvidas do professor sobre questões da Física enquanto freqüentaram a escola. Na tabela 4, encontra-se a relação entre cada sujeito e seu respectivo grupo de convicções.

TABELA 4  
Relação entre cada sujeito com seu respectivo grupo de convicções

SUJEITOS	GRUPO DE CONVICÇÕES
S <sub>1</sub>	C <sub>1r</sub> , C <sub>2r</sub> , C <sub>3r</sub> , C <sub>4r</sub> , C <sub>5r</sub> , C <sub>6r</sub> , C <sub>7r</sub> , C <sub>8r</sub> , C <sub>9r</sub> , C <sub>10r</sub> , C <sub>11r</sub> , C <sub>12r</sub> , C <sub>13r</sub> , C <sub>14r</sub> , C <sub>15r</sub> , C <sub>16r</sub> , C <sub>17r</sub> e C <sub>18r</sub>
S <sub>2</sub>	C <sub>1r</sub> , C <sub>2r</sub> , C <sub>3r</sub> , C <sub>4r</sub> , C <sub>5r</sub> , C <sub>6r</sub> , C <sub>7r</sub> , C <sub>8r</sub> , C <sub>9r</sub> , C <sub>10r</sub> , C <sub>11r</sub> , C <sub>12r</sub> , C <sub>13r</sub> , C <sub>15r</sub> , C <sub>16r</sub> , C <sub>17r</sub> , C <sub>18r</sub> , C <sub>19r</sub> , C <sub>20r</sub> , C <sub>21r</sub> , C <sub>22r</sub> , C <sub>23r</sub> , C <sub>45r</sub> , C <sub>46r</sub> e C <sub>47r</sub>
S <sub>3</sub>	C <sub>1r</sub> , C <sub>2r</sub> , C <sub>3r</sub> , C <sub>4r</sub> , C <sub>6r</sub> , C <sub>7r</sub> , C <sub>9r</sub> , C <sub>10r</sub> , C <sub>11r</sub> , C <sub>13r</sub> , C <sub>14r</sub> , C <sub>15r</sub> , C <sub>16r</sub> , C <sub>19r</sub> , C <sub>22r</sub> , C <sub>23r</sub> , C <sub>24r</sub> , C <sub>25r</sub> , C <sub>26r</sub> , C <sub>27r</sub> , C <sub>28r</sub> e C <sub>29r</sub>
S <sub>4</sub>	C <sub>2r</sub> , C <sub>3r</sub> , C <sub>4r</sub> , C <sub>6r</sub> , C <sub>7r</sub> , C <sub>9r</sub> , C <sub>10r</sub> , C <sub>11r</sub> , C <sub>12r</sub> , C <sub>13r</sub> , C <sub>16r</sub> , C <sub>19r</sub> , C <sub>20r</sub> , C <sub>30r</sub> , C <sub>31r</sub> , C <sub>32r</sub> , C <sub>33r</sub> , C <sub>34r</sub> , C <sub>35r</sub> , C <sub>36r</sub> e C <sub>37r</sub>
S <sub>5</sub>	C <sub>1r</sub> , C <sub>2r</sub> , C <sub>3r</sub> , C <sub>4r</sub> , C <sub>6r</sub> , C <sub>7r</sub> , C <sub>9r</sub> , C <sub>10r</sub> , C <sub>11r</sub> , C <sub>13r</sub> , C <sub>19r</sub> , C <sub>22r</sub> , C <sub>23r</sub> , C <sub>26r</sub> , C <sub>38r</sub> , C <sub>39r</sub> , C <sub>40r</sub> , C <sub>41r</sub> , C <sub>42r</sub> e C <sub>43r</sub>
S <sub>6</sub>	C <sub>1r</sub> , C <sub>2r</sub> , C <sub>3r</sub> , C <sub>4r</sub> , C <sub>6r</sub> , C <sub>7r</sub> , C <sub>9r</sub> , C <sub>10r</sub> , C <sub>11r</sub> , C <sub>12r</sub> , C <sub>19r</sub> , C <sub>26r</sub> , C <sub>43r</sub> e C <sub>44r</sub>

Como aponta a tabela 4, cada sujeito expressou em média vinte convicções que podem ser analisadas em termos quantitativos da seguinte maneira explicitada na tabela 5:

TABELA 5  
Explicita quantitativamente as convicções obtidas

SUJEITOS	CARACTERÍSTICA DE SUA DEFICIÊNCIA	NÚMERO DE CONVICÇÕES IDENTIFICADAS	ARISTOTÉLICAS	IMPETUS	PARCIALMENTE ARISTOTÉLICAS	DISCORDANTES DA TEORIA ARISTOTÉLICA	DISCORDANTES DA TEORIA DE IMPETUS	SEM CONEXÃO	GERAIS
S <sub>1</sub>	Cego de nascença	18	10	2			2	2	2
S <sub>2</sub>	Cego de nascença	25	14	2	2		2	2	3
S <sub>3</sub>	Cego de nascença	22	12	3	2	1		2	2
S <sub>4</sub>	Perdeu a visão aos três anos	21	12	2	2	2		3	
S <sub>5</sub>	Perdeu a visão aos cinco anos	20	12	1	1	2	1	1	2
S <sub>6</sub>	Cego de nascença	14	10	1		2	1		

Como vemos na tabela 5 as convicções que obedecem ao modelo de movimento aqui discutido, representam para cada sujeito a maior parte de suas convicções.

Para S<sub>1</sub>, aproximadamente 67% de suas convicções pertencem ao grupo de conceitos aristotélicos, parcialmente aristotélicos e de impetus, para S<sub>2</sub>, esse número é de 64%, S<sub>3</sub> apresenta um percentual de 77,3%, S<sub>4</sub> 76,2%; S<sub>5</sub>, 70% e S<sub>6</sub>, 78,6%.

É importante observar que alguns sujeitos como é o caso de S<sub>1</sub> e S<sub>2</sub>, apresentam convicções concordantes e discordantes do conceito de impetus, outros como S<sub>3</sub> e S<sub>4</sub>, apresentam convicções concordantes com a aristotélica e discordantes dessa mesma teoria e os sujeitos S<sub>5</sub> e S<sub>6</sub>, apresentam convicções 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 (C<sub>17</sub>, C<sub>18</sub> e C<sub>43</sub>), a noções de queda de objetos ou de força e velocidade (C<sub>26</sub>, C<sub>32</sub>, C<sub>33</sub>, C<sub>36</sub> e C<sub>44</sub>).

Na tabela 6, agrupou-se as convicções, 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 encontra em contato com o que se move, ou quando o movedor não se encontra em contato com o movente (impetus) e de lugar natural.

TABELA 6  
Relaciona as convicções com o paradigma aristotélico de movimento

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

Como nota-se na tabela 6, das 47 convicções diagnosticadas, 15 convicções ou aproximadamente 32%, seguem o princípio aristotélico de Movimento Forçado, outras 15, ou aproximadamente 32%, obedecem ao princípio aristotélico de Lugar Natural, ou seja, aproximadamente 64% das convicções obtidas, obedecem ao paradigma aristotélico de Movimento.

#### IV.II. Análise qualitativa: uma abordagem psico-social da deficiência visual

As noções de que a todo movimento associa-se uma força, e de que um objeto cai pois cair é algo natural, representam praticamente a base conceitual do grupo de sujeitos. 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. Portanto, 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, e 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 estenderem 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 construir 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 vir contribuir significativamente para o ensino de Física não só do deficiente visual, pois a elaboração de atividades de ensino pode e deve basear-se em experiências não visuais, que possam gerar situações problemas a fim de se obter conflitos entre os modelos espontâneos dos indivíduos e fenômenos que tais modelos não dão conta de explicar. Portanto a cegueira, além de não ser fator preponderante nas diferenças conceituais entre as pessoas cegas e não cegas, pode servir de referencial para a elaboração de atividades de ensino de Física que busquem alterações conceituais acerca de repouso e movimento.

## V. Conclusões

Neste texto, analisou-se alguns estudos realizados nas últimas três décadas sobre concepções alternativas de repouso e movimento, bem como, a parte conceitual da Física Aristotélica e da Física Medieval de Impetus. Desta forma, 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 forte tendência de suas idéias "espontâneas" convergirem aos modelos pré-científicos de movimento, elaborados principalmente por Aristóteles ao que se refere a princípios gerais de seu paradigma, como os de movimento forçado, e de lugar natural, o que resulta ao conceito de movimento natural. Um outro aspecto conceitual verificado junto ao pensamento espontâneo dos sujeitos, foi o de força impressa proposto por Philoponus, e complementado por Jean Buridan acerca do movimento de objetos que não mantêm mais o contato com o movedor. 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 espontânea de como o senso comum aborda questões relacionadas ao movimento.

Deste fato, a construção "espontânea" 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 espontâneos. Todavia, as concepções espontâneas ou 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, deve-se definir alguns princípios gerais importantes para se adaptar o ensino às necessidades educacionais do aluno cego, como solidez, unificar experiência e aprender fazendo. Destes princípios, conclui-se que o conhecimento do aluno educacionalmente 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 através 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 proposto 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.

## VI. Bibliografia

- BAUGHMAN, J., e ZOLLMAN, D. (1977): "Physics Labs for the Blind". *The Physics Teacher*, pp. 339-342.
- BROWN, D. E., e CLEMENT, J. (1987): "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, pp. 39-53.

- COHEN, I. B. (1967): *O nascimento de uma nova Física*. São Paulo, Livraria Editora, pp. 1-27 e 79.
- HISE, Y. V. (1988): "Student Misconceptions in Mechanics: An International Problem?". *The Physics Teacher*, pp. 498-502.
- LEONTIEV, A. N. (1988): "Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil", in VIGOTSKI, L. S.; LURIA, A. R., e LEONTIEV, A. N.: *Linguagem desenvolvimento e aprendizagem*. São Paulo, pp. 59-83.
- LOCHHEAD, J., e DUFRESNE, R. (1989): "Helping Students Understanding Difficult Science Concepts Through the Use of Dialogues with History". *The History and Philosophy of Science in Science Teaching*, pp. 221-229.
- MCCLOSKEY, M.; CARAMAZZA, A., e GREEN, B. (1980): "Curvilinear Motion in the Absence of External Forces: Naive Beliefs About the Motion of Objects", in *Science*, vol. 210, pp. 1139-1141.
- MINSTRELL, J. (1982): "Explaining the "at rest" Condition of an Object". *The Physics Teacher*, pp. 10-14.
- PEDUZZI, L. O. Q. (1996): "Física Aristotélica: Por que não considerá-la no ensino da mecânica?", in *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Universidade Federal de Santa Catarina, vol. 13, n.º 1, Abril, pp. 48-63.
- ROBIN, N., e OHLSSON, S. (1989): "Impetus Then and Now: A Detailed Comparison Between Jean Buridan and a Single Contemporary Subject". *The History and Philosophy of Science in Science Teaching*, pp. 292-305
- VIGOTSKI, L. S. (1997): "Problemas especiales da defectologia", in *Fundamentos de defectologia: el niño ciego*. La Habana, Editorial Pueblo y Educación, pp. 74-87.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP pelo apoio financeiro e ao Lar Escola Santa Luzia para Cegos, que permitiu a realização das entrevistas com os sujeitos.