

## Planejamento de atividades de ensino de mecânica e física moderna para alunos com deficiência visual: dificuldades e alternativas<sup>1</sup>

### The planning of Mechanics and Modern Physics teaching activities for blind students: difficulties and alternatives.

1) Eder Pires de Camargo  
[camargoep@dfq.feis.unesp.br](mailto:camargoep@dfq.feis.unesp.br)

2) Roberto Nardi  
[nardi@fc.unesp.br](mailto:nardi@fc.unesp.br)

(1) Professor Doutor do Departamento de física e química da Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista, Julho de Mesquita Filho, Campus de Ilha Solteira – SP- Brasil, com Pós-doutorado realizado junto ao programa de pós-graduação em Educação para a Ciência (Área de Concentração: Ensino de Ciências) da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Bauru- SP- Brasil.

(2) Professor Doutor do departamento de educação e do programa de pós-graduação em Educação para a Ciência (Área de Concentração: Ensino de Ciências) da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Câmpus de Bauru – SP- Brasil.

### Resumo

Relatamos aqui resultados de um estudo que analisou o desempenho de futuros professores quando, durante o desenvolvimento de uma disciplina de Prática de Ensino de Física, foram solicitados a planejar tópicos de ensino de mecânica e de física moderna a uma turma de estudantes, dentre os quais se incluíam alunos com deficiência visual. Os dados coletados mostram que as principais dificuldades apresentadas pelos futuros professores referem-se à abordagem do conhecer fenômenos físicos como dependente do ver e o não rompimento com alguns elementos da pedagogia tradicional. Por outro lado, como alternativas, os futuros professores mostraram criatividade em superar atitudes passivas relativas à problemática educacional considerada, a elaboração de estratégias metodológicas destituídas da relação conhecer/ver, bem como, o trabalho com a oralidade no contexto do ensino de Física.

**Palavras-chave:** Educação; Ensino Especial; Meios de Ensino.

### Abstract

We report here partial outcomes of a study aimed to verify future High School teachers performance when, during the development of a called "Teaching

---

<sup>1</sup> Apoio: FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

Practice” undergraduate course, were asked to plan Mechanics and Modern Physics topics to a students class which included visual handicapped pupils. Data analyzed show that the main difficulties presented by the future Physics High School teachers are related to the approach to know physics phenomena as dependent of vision. By other hand, as alternatives, future teachers showed creativity in order to surpass passive aptitudes related to this educational problem and working out methodological strategies deprived of the relation knowing/seeing.

**Keywords:** Education, Special Education, Educational Media.

## I. Introdução

No contexto do ensino de Física de alunos com deficiência visual, um fator fundamental a ser desvelado, refere-se ao conhecimento de atitudes e ações docentes dentro das práticas educativas de Física, que envolvem alunos com a citada deficiência. Em outras palavras, que funções e responsabilidades efetivas são designadas aos professores que lecionam Física para alunos com deficiência visual? Como deve proceder em sua prática pedagógica um docente de Física que tenha em sua sala de aula alunos cegos ou com baixa visão? Ou seja, como esse docente deve planejar e conduzir suas aulas? Como ele deve avaliar os alunos? Em síntese, como ele deve se portar em um ambiente inclusivo no qual haja a presença de alunos com deficiência visual e alunos sem a referida deficiência?

As questões abordadas remetem a uma indispensável discussão acerca da formação do professor de Física, que não discute, ou discute superficialmente nos cursos de licenciatura, problemas ligados à relação entre ensino e alunos com deficiências (Camargo e Silva, 2004, Ferreira e Nunes, 1997). Tal discussão ganha significativa importância no Brasil, visto que, a atual Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LEI Nº 9394/96), prioriza o enfoque da “educação + escola comum” do que o da “assistência social + instituição especializada” (Ferreira, 1998), o que tem gerado no Brasil desde 1998 um significativo aumento das matrículas de alunos com deficiências na rede pública regular de ensino (Aranha, 2000). Neste contexto, como incluir satisfatoriamente nas salas de aula de Física alunos com deficiência visual sendo que o docente não recebe formação adequada para o atendimento educacional desses alunos? Que tipo de atitude pode ser adotada a fim de construir uma prática de ensino de Física que contemple não só as necessidades educacionais dos alunos videntes, mas também as dos alunos com deficiência visual?

Tomando como pano de fundo a problemática descrita, o presente trabalho apresenta e discute as principais dificuldades e alternativas encontradas por dois grupos de licenciandos em Física submetidos à um processo de planejamento de atividades de ensino de mecânica e física moderna “adequadas a priori” à participação de alunos com deficiência visual. Observa-se que os procedimentos descritos fazem parte da constituição dos dados de um projeto de pesquisa de pós-doutorado, projeto este que visou identificar

saberes docentes (Carvalho e GIL-perez, 1994) que devem ser desenvolvidos junto ao professor de Física a fim de que este torne-se apto a elaborar e conduzir atividades de ensino dessa disciplina à alunos com deficiência visual e videntes. Para tal, acompanhou-se no período de abril á dezembro de 2005 nas disciplinas de prática de ensino de Física do curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual Paulista (UNESP-Bauru-SP- Brasil), cinco grupos de futuros professores que no período mencionado refletiram acerca de questões relacionadas ao ensino de Física e à deficiência visual, bem como, planejaram e aplicaram módulos de atividades de ensino de conceitos físicos em ambiente de ensino/aprendizagem que contemplou a presença de alunos com deficiência visual e videntes. Na seqüência, apresenta-se a descrição acerca das atividades desenvolvidas no período de abril a dezembro de 2005, período este nos quais os dados do mencionado projeto de pós-doutorado foram constituídos. Ressalta-se que neste artigo serão apresentadas análises referentes ao planejamento dos módulos de ensino e não dos momentos práticos em sala de aula.

## **II. O trabalho com os licenciandos.**

No período de abril a dezembro de 2005 efetuou-se um trabalho problematizador sobre a questão do ensino de Física e da deficiência visual junto à um grupo de licenciandos que cursavam física na Universidade Estadual Paulista (UNESP) campus de Bauru, Estado de São Paulo, Brasil. O mencionado trabalho foi realizado a partir do desenvolvimento das disciplinas de prática de ensino de Física oferecidas no sétimo e oitavo termo (semestre) do referido curso de licenciatura. Em outras palavras, foi enfocada a estrutura teórica e prática de módulos de ensino de Física que os licenciandos elaboraram e aplicaram como cumprimento do objetivo central das disciplinas mencionadas. Dessa forma, o trabalho problematizador realizado pode ser classificado em função de dois momentos, a saber: (a) Momento preparatório e (b) Momento prático.

### **a) Momento preparatório**

O momento preparatório caracterizou-se por duas atividades básicas realizadas pelos licenciandos: (1) planejamento de módulos e preparação de materiais de ensino e (2) Discussão reflexiva de temas inerentes ao ensino de Física e à deficiência visual.

No início da disciplina de prática de ensino de Física oferecida no primeiro semestre de 2005 (sétimo termo), foi solicitado aos licenciandos para que os mesmos dividissem-se aleatoriamente em cinco grupos de acordo com os seguintes temas da Física: Óptica, Eletromagnetismo, Mecânica, Termologia e Física Moderna (planejamento de módulos e materiais de ensino). Cada grupo ficou constituído, em média, por quatro licenciandos. Assim que os grupos ficaram definidos, foi apresentado a eles o seguinte problema educacional:

*“Vocês devem planejar um mini-curso de 16h sobre o tema físico que seu grupo escolheu, sendo que as atividades de ensino de Física constituintes*

*do mini-curso devem ser adequadas às especificidades educacionais de alunos com deficiência visual e alunos videntes”.*

Nas aulas do curso de prática de ensino de Física que se seguiram (discussão reflexiva de temas inerentes ao ensino de Física e à deficiência visual), foram trabalhados pelo docente responsável pela disciplina, temas relativos ao Ensino de Física/Ciências, bem como, ao ensino de Física no contexto da deficiência visual. As discussões reflexivas realizadas acerca dos temas considerados faziam parte dos objetivos próprios da disciplina prática de ensino de Física, entretanto, ocorreu nas referidas discussões a adição de temas novos relativos ao ensino de Física para alunos com deficiência visual. Uma dessas discussões (sétimo encontro de um total de quinze) é um dos objetos de análise do presente artigo.

Portanto, objetivou-se por meio das duas atividades básicas descritas, introduzir teoricamente futuros professores de Física na problemática da inclusão escolar de alunos com deficiência visual em contextos educacionais de Física.

### **b) Momento prático**

No segundo semestre (oitavo termo) aproximadamente 75% das atividades da disciplina de prática de ensino de Física são destinadas para o estágio de regência. Nesse estágio, os grupos de licenciandos aplicaram seus módulos de ensino em uma sala de aula que continha 37 alunos, sendo 35 videntes e 2 com deficiência visual (cegos). Os outros 25% das atividades da disciplina mencionada ficaram destinados para a organização da aplicação dos módulos de ensino e para a realização de uma atividade denominada “reflexão-ação”. Dessa forma, a disciplina de prática de ensino de Física oferecida no segundo semestre de 2005 foi organizada em função de três atividades básicas: (1) Organização do curso “O outro lado da Física”, (2) aplicação do mencionado curso (módulos de ensino de 16 horas desenvolvidos pelos licenciandos) e (3) atividade de “reflexão-ação” que constituiu-se em discussões reflexivas entre os licenciandos sobre as atividades aplicadas.

Acerca da preparação para a aplicação dos módulos de ensino (estágio de regência) cabem os seguintes comentários: Ainda no primeiro semestre de 2005 (sétimo termo) os licenciandos e o professor responsável pela disciplina de prática de ensino de Física definiram que os módulos de ensino de 16 horas que na ocasião vinham sendo elaborados, constituiriam um curso de extensão a ser oferecido pela UNESP para uma determinada escola da rede regular de ensino de Bauru. Este curso de extensão, segundo os licenciandos e o docente responsável pela disciplina, deveria a priori abordar a Física de uma maneira distinta das que normalmente são oferecidas nas escolas, ou seja, o enfoque conceitual deveria sobressair ao enfoque centrado no formalismo sem significado e desmotivante que caracteriza boa parte dos cursos de Física ministrados nos estabelecimentos de ensino públicos ou privados. O nome “O outro lado da Física” procurou sintetizar a intenção e os objetivos mencionados

para o curso, e surgiu de um consenso entre os licenciandos e o professor responsável pela disciplina de prática de ensino de Física. Posteriormente, definiu-se a instituição pública de ensino, “*Colégio Técnico Industrial Prof. Isaac Portal Roldán*”, - CTI- instituição esta localizada na cidade de Bauru – SP, como o local de aplicação do curso.

No início do segundo semestre de 2005 (oitavo termo), após reuniões com a direção do CTI e autorização da mesma para a realização do curso, os licenciandos iniciaram um período de divulgação do mesmo, junto aos alunos da mencionada instituição. O CTI oferece cursos técnicos de mecânica, eletrônica e processamento de dados. Estudam no CTI alunos da cidade e da região de Bauru com idade média de 15 anos. O número de vagas definidas para a participação dos alunos do CTI no curso “O outro lado da Física” foi de trinta e cinco, sendo que o número de alunos que procurou inscrever-se no curso foi de aproximadamente setenta alunos. A escolha dos trinta e cinco participantes deu-se por sorteio.

Paralelamente ao processo de divulgação descrito, o pesquisador com o consentimento do professor responsável pela disciplina de prática de ensino de Física, entrou em contato com a Escola Estadual Mercedes P. Bueno, também localizada na cidade de Bauru (Estado de São Paulo – Brasil) , para convidar alunos com deficiência visual a participarem do curso anteriormente mencionado. A escola Mercedes foi procurada, pois, no CTI não havia alunos com deficiência visual matriculados. A escola Mercedes P. Bueno possui uma sala de recursos pedagógicos que procura atender as necessidades educacionais especiais de alunos com deficiência visual oriundos de escolas da região de Bauru, como por exemplo, o ensino do Braille ou a transcrição de textos ou provas em Braille. Dois alunos com deficiência visual freqüentadores da sala de recursos da mencionada escola interessaram-se em participar do curso “O outro lado da Física”.

Esses alunos na ocasião possuíam as seguintes características em relação à deficiência visual e à escolaridade: ambos eram cegos, um possuía 15 anos de idade e cursava a 8ª série do ensino fundamental, e o outro possuía 36 anos e cursava a 7ª série do ensino de jovens e adultos. Portanto, os trinta e cinco alunos do CTI em conjunto com os dois alunos com deficiência visual freqüentadores da sala de recursos pedagógicos da Escola Estadual Mercedes P. Bueno, foram os participantes do curso “O outro lado da Física”. Dessa forma, constituiu-se um ambiente de ensino de Física que se assemelha às classes da rede regular de ensino que contemplam a presença de alunos com deficiência visual e alunos videntes, ambiente este onde os licenciandos, por meio do estágio de regência, depararam-se do ponto de vista prático com a problemática do ensino de Física e da deficiência visual.

### **III. Metodologia e categorias para análise dos dados.**

Por meio do presente artigo serão apresentadas as análises das declarações provenientes do debate (sétimo encontro do primeiro semestre de 2005) e dos planos de ensino de dois dos cinco grupos de licenciandos anteriormente

descritos, ou seja, os planos e as declarações dos grupos de mecânica e física moderna. Entretanto, o presente artigo é parte de um trabalho mais amplo, isto é, do trabalho de pós-doutorado já descrito e constituído pelas análises dos planos e da aplicação prática dos mesmos em situação de sala de aula que contemplou a presença de alunos com e sem deficiência visual.

Sobre o planejamento dos módulos de ensino, cabe o seguinte comentário: Fazendo uma retrospectiva, no início da disciplina “Prática de ensino de física” realizada no primeiro semestre de 2005 foi apresentado aos licenciandos o seguinte problema educacional: Vocês devem elaborar um mini-curso de 16h sobre o tema físico que seu grupo escolheu, sendo que as atividades de ensino de Física constituintes do mini-curso devem ser adequadas às especificidades de alunos com deficiência visual e alunos videntes. Como mencionado anteriormente, objetivou-se com o referido problema educacional, introduzir futuros professores de Física na problemática da inclusão escolar de alunos com deficiência visual em aulas de Física, e a partir de tal introdução, identificar dificuldades e alternativas inerentes à referida problemática.

No sétimo encontro do curso de prática de ensino de física oferecido no primeiro semestre de 2005, os grupos foram solicitados para que apresentassem de forma oral por meio de um debate a estrutura prévia dos planejamentos de seus mini-cursos, bem como, as dificuldades e alternativas que estavam surgindo até aquele momento em relação à elaboração dos planos de ensino. Este debate foi registrado em áudio, transcrito, e constitui uma das fontes de dados a serem analisadas no presente artigo (primeira fonte de dados). Ao final do semestre, cada grupo entregou o planejamento escrito de seus mini-cursos (segunda fonte de dados). Para elaborarem os planos, os grupos receberam um modelo de plano de curso que continha os seguintes tópicos: Tema, Objetivos, Conteúdo PROGRAMÁTICO, Metodologia DE ENSINO, Recursos DE ENSINO, Introdução ou JUSTIFICATIVA, Desenvolvimento e CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM. Os tópicos descritos objetivaram nortear e organizar a elaboração dos planos, como também, direcionar a exposição por parte dos discentes de informações sobre as condições dos mesmos em apresentarem planejamentos de ensino e conseqüentemente suas prioridades educacionais, suas dificuldades, suas estratégias para superar as dificuldades, suas metodologias de ensino e seus critérios de avaliação.

Em outras palavras, supôs-se a priori que a estrutura contida no modelo de planejamento poderia revelar os pensamentos prévios dos licenciandos sobre processos de ensino, e de como tais deveriam ser estruturados tendo em vista uma adequada prática de ensino de física para alunos com deficiência visual e videntes. Dessa forma, o debate mencionado representou a primeira externalização das idéias acerca das etapas do plano de ensino, e a apresentação do plano de forma escrita, representou a formalização e conclusão dessas idéias que foram desenvolvidas e ganharam forma ao longo do primeiro semestre de 2005.

As fontes de dados mencionadas referentes aos grupos de mecânica e física moderna serão objeto de análise do presente artigo. Em outras palavras, serão analisadas as declarações orais dos licenciandos dos grupos de mecânica e

física moderna provenientes do debate realizado no sétimo encontro do curso de prática de ensino de física realizado no primeiro semestre de 2005, bem como, as declarações escritas dos licenciandos dos grupos mencionados provenientes do plano de ensino entregue ao fim do semestre. Não serão analisados aqui, resultados provenientes dos momentos de aplicação prática dos módulos de ensino em ambiente que contemplou a presença de alunos com e sem deficiência visual (curso “O outro lado da física”).

Assim, partindo das duas fontes de dados descritas e dos critérios estabelecidos para a realização de uma análise temática (Pré-análise; Exploração do material; Tratamento dos resultados e Interpretação) (Bardin, 1977) elaborou-se cinco categorias de análise: (1) enfoque conceitual, (2) recursos instrucionais, (3) estratégia metodológica, (4) justificativa e (5) implicação. Na seqüência, descrevem-se os critérios definidos por Bardin (op. Cit.) para a realização de uma análise temática.

De acordo com Bardin, (1977, p. 37) A análise de conteúdo é: “um conjunto de técnicas de análise das comunicações que visa obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção destas mensagens”. No conjunto das técnicas da análise de conteúdo, a análise por categorias, ou análise categorial, é a mais antiga e utilizada. Funciona por operações de desmembramento do conteúdo em unidades, em categorias segundo reagrupamentos analógicos. Neste contexto, as regras para a efetiva realização da análise devem seguir os processos de fragmentação e classificação do conteúdo. Na fragmentação, o analista é responsável pela delimitação das unidades de codificação, que de acordo com o material, podem ser a palavra, a frase, o minuto, o centímetro quadrado. Em outras palavras, “A categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamentos segundo o gênero com os critérios previamente definidos” (Bardin, op. Cit. P. 119). Assim, as categorias são classes que reúnem um grupo de elementos sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão dos caracteres comuns destes elementos (op. cit.).

No contexto da análise categorial, destaca-se uma técnica denominada *análise temática*. Esta técnica é uma das formas que melhor se adequa a investigações qualitativas (Bardin, 1977) e será utilizada como referencial analítico das fontes de dados anteriormente descritas. Como propõe o mesmo autor (op. cit.) três etapas constituem a aplicação desta técnica de análise: (1) Pré-análise; (2) Exploração do material; (3) Tratamento dos resultados e interpretação.

**Pré-análise:** A análise teve início com a realização de uma atividade conhecida como “leitura flutuante”, atividade esta que teve por objetivo gerar impressões iniciais acerca do material analisado (Bardin, 1977). Para o presente caso, o “corpus de análise” resultou das informações obtidas por meio das fontes de dados anteriormente consideradas (debate e planos escritos de ensino).

**Exploração do material:** Nesta etapa as informações contidas no material foram fragmentadas e codificadas, ou seja, foram feitos recortes buscando classificá-los nas categorias temáticas.

**Tratamento dos resultados e interpretação:** Como aponta Bardin (1977, p. 101). A fim de analisar os dados obtidos, “o analista, tendo à sua disposição resultados significativos e fiéis, pode então propor inferências e adiantar interpretações a propósito dos objetivos previstos, ou que digam respeito a outras descobertas inesperadas”. Após o recorte, os dados foram classificados em temas que resultaram do agrupamento progressivo dos elementos.

Na seqüência, apresentam-se as categorias elaboradas para a análise das fontes de dados anteriormente descritas.

**Categoria (1): Enfoque conceitual:** A presente categoria refere-se ao enfoque que os conceitos receberam dos licenciandos por ocasião do debate e do planejamento formal das atividades de ensino:

1.1) Relativo ao conceito científico: Refere-se à explicitação do conceito a ser focado.

1.2) Relativo às concepções alternativas: Refere-se à preocupações relativas ao tratamento de concepções alternativas dos alunos.

1.3) Relativo à História da ciência: Refere-se à preocupações com o enfoque da história da ciência por ocasião do tratamento dos conceitos científicos.

1.4) Relativo à ciência tecnologia e sociedade: Refere-se à preocupações com o enfoque de questões relativas às relações CTS.

**Categoria (2): Recursos instrucionais:** A presente categoria refere-se aos recursos instrucionais ou meios de ensino planejados para serem utilizados pelos licenciandos na organização e na condução de suas atividades. Como indica Libânio (1994), os recursos instrucionais são os meios e/ou materiais que auxiliam o docente na organização e condução do processo de ensino e aprendizagem. Enquadram-se no conceito de recursos instrucionais, equipamentos de multimeios, textos, trabalhos experimentais, computador, recursos da localidade como: biblioteca, museu, indústria, além de modelos de objetos e situações (Libânio, op Cit.).

Obs) Multimeios (recursos audiovisuais ou meios multissensoriais) são veículos para se comunicar uma idéia, questões, imagem, áudio, informação ou um conteúdo qualquer (Parra e Parra, 1985).

2.1) Utilização de multimeios visuais: Exemplo: quadro-negro, cartazes, fotografias, figuras, mapas, transparências, simulação computacional, visualização computacional, data show etc.

2.2) Utilização de multimeios auditivos: Exemplo: rádio, disco, cd, fita magnética, computador, etc.

2.3) Utilização de multimeios audiovisuais: Exemplo: televisão, vídeo, DVD, simulação computacional.



2.4) Utilização de material tátil e/ou tátilvisual. Enquadram-se na conceitualização desses materiais maquetes e objetos que além de poderem ser vistos também podem ser tocados e manipulados. Estes materiais referem-se a equipamentos que estabelecem interfaces táteis e/ou tátilvisual entre o conteúdo a ser informado e o receptor da informação. De forma específica, representam materiais desenvolvidos, adaptados ou obtidos pelos licenciandos para o estabelecimento de comunicações táteis entre um determinado conteúdo e os alunos com deficiência visual, ou comunicações tátilvisual entre um determinado conteúdo e alunos videntes. Neste sentido, representam uma extensão do conceito de multimeio, especificamente ao encontrado em Parra e Parra (1985) que restringe a referida conceitualização aos equipamentos de interfaces audiovisuais.

**Categoria (3): Estratégia metodológica:** A presente categoria refere-se às estratégias metodológicas de ensino planejadas pelos licenciandos para o tratamento pedagógico do enfoque conceitual dos conteúdos. Procura explicitar relações entre docente, discente e conceito físico que podem ocorrer durante um processo de ensino. Encontram-se contidos nesta categoria, os procedimentos metodológicos de apresentação, desenvolvimento e avaliação dos conceitos tratados pelos licenciandos durante o planejamento de suas atividades de ensino.

3.1) Estratégia metodológica diretiva /passiva: Refere-se a procedimentos de ensino cujo o foco encontra-se em ações docentes diretas como aulas expositivas, demonstrações experimentais ou teóricas, controle de comportamentos, uniformização da aprendizagem, evitar conflitos de idéias entre docente e discentes e/ou entre discentes, avaliar buscando verificar e classificar. Tais procedimentos vinculam à participação discente em sala de aula às ações como: recepção e observação passiva dos conteúdos e fenômenos expostos ou demonstrados, seguimento de instruções, não elaboração e apresentação de hipóteses, pouca ou nenhuma interatividade com o docente e com os colegas discentes. Portanto, as relações entre docente, discente e conceito físico que se estabelecem por meio dessa estratégia metodológica são fechadas, individuais, unilaterais e de cima para baixo.

3.2) Estratégia metodológica dialógica/participativa: Refere-se a procedimentos de ensino cujo foco encontra-se na participação reflexiva do discente durante a aula. No decorrer do processo de ensino, ações como: elaboração e exposição de hipóteses, argumentações, defesas de hipóteses, questionamentos, reformulações, busca de soluções a problemas, fundamentam a relação entre docente, discente e conteúdo de ensino. A avaliação é entendida como diagnóstica, formativa, e não como reprodutora, classificatória. Ao docente cabe coordenar ações desenvolvidas em aula como: exposições dialogadas, experimentos investigativos, debates, grupos, discussões, sínteses e organização de diferentes idéias, além de apresentar questionamentos, modelos,

situações problema abertas, e estruturas conceituais melhores elaboradas (Peres et. al. 1999).

**Categoria (4): Justificativa:** A presente categoria sintetiza justificativas apresentadas pelos licenciandos no debate e nos planos de ensino acerca de dificuldades e alternativas gerais explicitadas por eles para o desenvolvimento das atividades de ensino, dificuldades estas que podem ou não estar relacionadas à problemática do ensino de Física e da deficiência visual. Tais justificativas são as seguintes:

4.1) Dependência da visão. Refere-se às justificativas que vinculam o estudo de um determinado conceito, a utilização de um determinado recurso instrucional ou de uma estratégia metodológica à visão.

4.2) Independência da visão. Refere-se às justificativas que desvinculam o estudo de um determinado conceito, a utilização de um determinado recurso instrucional ou estratégia metodológica da visão.

4.3) Sem relação com a visão: Refere-se às justificativas para o tratamento educacional de um determinado conceito ou para a utilização de um determinado recurso instrucional ou de uma determinada estratégia metodológica que não estão ligadas diretamente com a dependência ou independência visual.

**Categoria (5): Implicação:** Essa categoria refere-se a implicações decorrentes do enfoque de determinados conceitos físicos ou do uso de determinado recurso instrucional ou estratégia metodológica planejada para ser utilizada pelos licenciandos. As implicações identificadas são as seguintes.

5.1) Pode implicar dificuldade: Esta subcategoria refere-se às interpretações do pesquisador sobre possíveis dificuldades de ensino para o enfoque de um determinado conceito físico, da utilização de um determinado recurso instrucional ou estratégia metodológica.

5.2) Pode implicar alternativa: Esta subcategoria refere-se às interpretações do pesquisador sobre possíveis alternativas de ensino para o enfoque de um determinado conceito físico, da utilização de um determinado recurso instrucional ou estratégia metodológica.

A partir do exposto, destaca-se que na realização da análise cada frase oriunda do debate oral ou do plano escrito foi classificada de acordo com as características das categorias elaboradas. O agrupamento de frases, deu-se por meio da categoria 5: "implicação". Em outras palavras, para a realização da análise procedeu-se da seguinte maneira: (1) após a fragmentação das informações contidas nas duas fontes de dados, agrupou-se as frases de acordo com as características da categoria 5: "implicação". Dessa forma, agrupou-se para cada um dos dois grupos de licenciandos as frases interpretadas como possíveis implicadoras de dificuldades (sub categoria 5.1 – quadros 1 e 3) e possíveis implicadoras de alternativas (sub categoria 5.2 – quadros 2 e 4). (2) realizado o agrupamento descrito, cada frase foi classificada de acordo com as categorias elaboradas. Efetuado o agrupamento

e classificação, o analista inferiu suas interpretações acerca das informações contidas em cada frase e nos conjuntos de agrupamentos. Na seqüência, é apresentada a análise dos dados.

#### IV. Análise dos dados

Os quadros (1), (2), (3) e (4) apresentados na seqüência enfocam as declarações dos licenciandos dos grupos de mecânica e física moderna oriundas do debate oral ou do plano escrito de ensino. Como descrito anteriormente, as declarações encontram-se fragmentadas, enumeradas e agrupadas de acordo com a categoria 5 : “implicação”. Por este motivo, a estrutura de apresentação das mesmas não obedece a uma seqüência cronológica de acontecimento. Cada declaração é identificada por uma das siglas (d) ou (p) que significam respectivamente que uma determinada declaração é proveniente do debate oral ou proveniente do plano escrito de ensino.

#### IV .I Análise do grupo de mecânica

**Quadro (1): Implicação de dificuldades**

Declarações	Enfoque conceitual	Recurso instrucional	Estratégia metodológica	Justificativa	Implicação
1 (p) Aula expositivas e utilização da lousa e de recursos instrucionais na resolução de problemas	Relativo aos conceitos de mecânica	Multimeio visual	Aula expositiva	Sem relação com a visão	Pode implicar dificuldade
2 (p) Critérios de avaliação da aprendizagem: resolução de problemas com os recursos a serem utilizados	Relativo aos conceitos de mecânica	Multimeio visual	Resolução de problemas	Sem relação com a visão	Pode implicar dificuldade

A estrutura da declaração (1) fundamenta-se numa estratégia metodológica diretiva/passiva (aulas expositivas), e na utilização de multimeios visuais (lousa e computador) para a resolução de problemas de mecânica, resolução esta que articulada com a estratégia metodológica e o recurso instrucional considerados, traça hipoteticamente um perfil para a aula que os licenciandos planejam realizar, isto é, uma aula centrada na dependência estabelecida pelo docente entre as formas de comunicação oral e visual, bem como, na resolução de problemas cujo desenvolvimento apóia-se na simultaneidade entre raciocínio e observação, simultaneidade esta que objetiva proporcionar ao autor da ação, condições para o desenvolvimento de pensamentos abstratos e “visualizações”, lembranças e registros desses pensamentos. Este é o caso, por exemplo, do desenvolvimento de cálculos matemáticos e/ou físicos, nos quais o realizador dos cálculos estabelece com a ação de calcular, uma relação visualmente dependente. Neste contexto, duas situações educacionais foram interpretadas como possíveis implicadoras de dificuldades, a saber: (1) O estabelecimento de uma relação de dependência entre comunicação oral e visual na apresentação ou desenvolvimento de conteúdos de mecânica e resolução de problemas, e (2) a resolução de problemas de mecânica que envolvem a resolução de cálculos.

(1) O estabelecimento de uma comunicação que se fundamenta em uma relação de dependência entre visualização de objetos ou símbolos e descrição oral desses objetos ou símbolos, pode constituir-se em dificuldades ao ensino de mecânica para alunos com deficiência visual, na medida em que a compreensão dos elementos contidos na comunicação se dará de forma adequada por meio do acesso do receptor às duas fontes comunicacionais, ou seja, a visual e a oral que se articulam pela relação de dependência. Incluem-se em tal relação de dependência, a representação visual/descrição oral de problemas na lousa, a construção visual/descrição oral de gráficos na lousa ou no computador, a representação visual/descrição oral de esquemas ou figuras na lousa ou no computador, etc. A dificuldade, portanto, surge pelo fato do aluno com deficiência visual não manter o contato simultâneo entre as duas formas de comunicação, o que o coloca numa posição de incompreensão da mesma. É o caso de declarações hipotéticas como: “notem as características desse gráfico”, “somando a primeira equação com a segunda obtemos esta aqui” etc. tais declarações hipotéticas surgem como resultado da relação de dependência anteriormente considerada, relação esta que faz com que o aluno com deficiência visual encontre-se excluído de ambientes de ensino de mecânica que se utilizem de tal comunicação. É, portanto, necessário que o docente que trabalhe com explicações orais em conjunto com representações visuais na lousa ou no computador, seja oralmente descritivo em suas ações, disponibilizando aos alunos com deficiência visual, referenciais de observação não visuais dos objetos de ensino, como por exemplo, gráficos e figuras em alto relevo, sistema de resolução de equações que proporcione simultaneidade entre representação não visual, raciocínio e contato não visual com tais representações. Acerca do tema da realização de cálculos e interação com gráficos e outros elementos matemáticos por pessoas com deficiência visual, cabe a análise de uma ferramenta computacional denominada “Triangle” (Gardner et al. 1997 ), análise esta que descreve e pode representar a superação da segunda situação problemática anteriormente mencionada.

(2) O Triangle: Descreve Gardner (op cit.) (um usuário da ferramenta triangle) que quando perdeu a visão, em 1988, seu computador, seu leitor de telas, e seu sintetizador de voz, permitiram com que ele continuasse sua vida intelectual. Contudo, o computador podia dar-lhe acesso auditivo somente a palavras, que, por exemplo, para um escritor é suficiente, mas para o seu caso, ou seja, o de um cientista, não. Precisava ler, escrever e manipular expressões e gráficos matemáticos. Necessitava entender os gráficos e diagramas de textos científicos e de livros didáticos a fim de continuar ensinando e pesquisando.

Ao aprender a ler braille, rapidamente percebeu que havia entrado em contato com uma ferramenta, um referencial observacional tátil capaz de colocá-lo em contato com elementos, distinguíveis até então apenas visualmente em computador, ou papel. O desenvolvimento de uma impressora de jato de cera capaz de fornecer impressões em auto relevo, juntamente com a fonte DotsPlus, se mostraria útil, pois, permitiria de maneira autônoma, a impressão de documentos científicos, equações matemáticas, gráficos, tabelas etc.

A DotsPlus é uma fonte para ser usada com uma impressora de computador que produz representações em alto relevo. Assim como o braile, fornece uma informação tátil parcialmente semelhante às informações visuais literais. A eficácia de DotsPlus, permitiria a qualquer usuário de computador, criar materiais escritos em alto relevo, para uma pessoa cega.

Entretanto, em situações cotidianas reais, a fonte DotsPlus não pode atingir todos os objetivos em relação ao acesso de informações. Em um mundo ideal hipotético, um usuário de computador cego que deseje ler um documento contendo gráficos, poderia simplesmente selecionar a fonte DotsPlus e imprimir o documento em uma impressora como a mencionada. Infelizmente no mundo real as coisas não são tão simples. Não existe nenhuma tecnologia tátil que pode representar variações de cor como em fotografias.

Gardner encorajou-se então a continuar pesquisando por meio de materiais em alto relevo, bem como, à buscar outros métodos inovadores de acesso a informação científicas.

Como indica Gardner (op cit.) existe um projeto denominado “Science Access Project” (SAP), que é dedicado à pesquisa e ao desenvolvimento de métodos de armazenamento e de acesso a informações eletrônicas não visuais. Entretanto, a maioria dos projetos desenvolvidos neste sentido, está somente agora começando a gerar pesquisas que produzam produtos acessíveis e com qualidade. O único problema com a divulgação das aplicações de impressão em alto relevo, foi a ausência de uma impressora de objetos táteis adequada. A impressora de jato de cera era simples e boa, contudo, era um fracasso comercial, e, além disso, esteve disponível apenas por alguns anos. Ainda de acordo com Gardner (op cit.), o SAP começou a desenvolver métodos que podem fazer todos os gráficos. Estes métodos de exibição não visuais estão evoluindo rapidamente e darão futuramente a todos os cegos acesso a informações científicas escritas por outras pessoas. Porém um estudante ou um pesquisador deve poder escrever e manipular informações científicas além de lê-las. Nenhum programa de aplicação para simbologias matemáticas está acessível facilmente, mas o SAP vem trabalhando com algumas companhias para desenvolver tais métodos. Todavia, o SAP desenvolveu, um programa de computador chamado Triangle, bastante útil principalmente para estudantes e pesquisadores com deficiência visual que precisam ler, escrever, e manipular textos científicos, ou trabalhar com computadores além de interagirem com gráficos e figuras.

O Triangle é um programa de computador em DOS, para ser usado por pessoas com deficiência visual, que trabalhem nas áreas de ciência, engenharia e matemática. o Triangle inclui: um editor de texto para matemática e ciência, uma calculadora gráfica, um “visualizador de gráfico” y X x, um “visualizador tátil” de mesa e um programa tátil-auditivo, que emite informações orais e táteis de textos e figuras (Gardner, op cit.).

Equipamentos como os mencionados podem diminuir as condições desfavoráveis nas quais os alunos com deficiência visual se encontram em relação a efetuação de cálculos ou interações com elementos matemáticos, já que, colocam esses alunos em situações mais favoráveis de observação não visual e operacionalização dos elementos matemáticos que representam uma grande quantidade de conceitos de Física e em especial de mecânica.

A declaração (2) refere-se ao modelo de avaliação que os licenciandos planejam utilizar em seu mini-curso. Este modelo, fundamenta-se na “resolução de problemas com os recursos a serem utilizados”, ou seja, os licenciandos parecem estar planejando avaliar os alunos por meio de problemas a serem resolvidos pelos recursos mencionados, lousa e computador para comunicar o problema e computador e papel para sua resolução. Tal estratégia metodológica e recursos instrucionais para a realização de avaliações podem implicar dificuldades ao aluno com deficiência visual, já que, este se torna impossibilitado de utilizar tais recursos instrucionais, mesmo que algumas adaptações como, realização de provas em braile ou por meio de computador com sintetizador de voz sejam executadas. Tais adaptações estariam vinculadas à lógica de resolução de problemas numéricos mencionada anteriormente, ou seja, na dependência entre realização de raciocínio, registros dos mesmos para posteriores verificações e lembranças. É importante frisar que a escrita braile não é realizada simultaneamente à leitura braile, já que, a estrutura de realização de escrita por meio de reglete e punção, se dá pelo ferimento do papel do lado oposto ao qual os furos são registrados. Nesta lógica, o aluno com deficiência visual não pode ler o que escreve, enquanto escreve, portanto, a simultaneidade entre leitura e escrita se destitui. Por outro lado, o uso do computador na realização de cálculos, pode devolver a simultaneidade entre escrita e leitura a uma pessoa com deficiência visual, seja por meio de programas de interface auditiva como Virtual Vision, seja por meio de programas de interface tátil-auditiva como o Triangle. Destaca-se que este último será sempre mais adequado na realização de cálculos, haja a vista que o mesmo pode comunicar dados contidos em gráficos e figuras, dados estes dificilmente comunicados apenas por sintetizadores de voz.

Portanto, entende-se que a realização de avaliações fundamentadas em modelos diretivos/passivos como é o caso da realização de provas tradicionais, implicará invariavelmente à alunos com deficiência visual e seus professores, um “labirinto de problemas” que poderiam ser classificados como secundários para um contexto de ensino aprendizagem de Física, problemas estes relacionados à adaptação de materiais ou estratégias pré existentes, ou seja, adequadas à utilização da visão. Entende-se também que há a necessidade de rompimento com tal estrutura avaliativa, isto é, é preciso planejar estratégias avaliativas que aproveitem as potencialidades de todos os alunos, permitindo a comunicação de idéias por várias formas e meios, proporcionando desse modo ao docente, condições de interação com seus alunos, com e sem deficiência visual.

Sugere-se que a realização de debates entre os alunos sobre problemas abertos possa ser uma alternativa viável à avaliação dos discentes, e no caso de haver necessidade de algum tipo de registro individual, a realização de avaliações reservadas feitas de forma oral e gravadas em áudio possa indicar um caminho de alternativas ao docente de Física que pretenda avaliar seu aluno com deficiência visual.

### Quadro (2): Implicação de alternativas.

Declarações	Enfoque conceitual	Recurso instrucional	Estratégia metodológica	Justificativa	Implicação
3 (d) De um modo mais geral, a gente estava pensando em trabalhar com questões históricas	Relativo à história da ciência	Não mencionado	Trabalho com situações problema	Sem relação com a visão	Pode implicar alternativa
4 (d) Vamos trabalhar com uma questão filosófica e aí a gente pensou em duas questões filosóficas para tratar mecânica que seria a questão do tempo e a massa	Relativo à filosofia da ciência	Não mencionado	Trabalho com situações problema	Sem relação com a visão	Pode implicar alternativa
5 (d) Falar das tecnologias que cada conceito proporciona	Relativo à ciência, tecnologia e sociedade	Não mencionado	Aula expositiva	Sem relação com a visão	Pode implicar alternativa
6 (d) Propor uma experimentação para um conceito geral	Relativo a conceitos gerais de mecânica	Não mencionado	Trabalho com experimentação	Sem relação com a visão	Pode implicar alternativa
7 (p) Utilização de materiais do cotidiano para experimentação	Relativo aos conceitos de mecânica	Materiais do cotidiano sem discriminação de características	Trabalho com experimentação	Sem relação com a visão	Pode implicar alternativa

Nas declarações (3 e 4), os licenciandos evidenciaram suas intenções em abordar durante suas atividades de ensino de mecânica, situações problema de âmbito histórico-filosófico (estratégia metodológica dialógica/participativa). Embora nas declarações mencionadas os licenciandos não apresentem detalhadamente a forma com que pretendem fazer tal abordagem, tais declarações foram interpretadas como possíveis de implicarem alternativas ao ensino de mecânica para alunos com deficiência visual, pois, o tratamento pedagógico de situações problema de âmbito histórico-filosófico pode produzir momentos de debates em sala de aula, momentos estes que podem se caracterizar por exposição de idéias, descrições de situações, confrontos de modelos, questionamentos, ou seja, por uma participação ativa tanto dos discentes quanto do docente (Peres et al. 1999). Momentos de sala de aula como estes colocam alunos com e sem deficiência visual em situações de igualdade em relação ao tratamento das questões e problemas educacionais de mecânica, além de diminuir consideravelmente a quantidade de “problemas educacionais” oriundos de práticas de ensino de Física centradas na adaptação unilateral do aluno com deficiência visual às condições construídas e apropriadas aos videntes.

As declarações (6) e (7) referem-se à utilização de experimentos para o tratamento educacional de conceitos de mecânica. A declaração (6) não menciona os recursos instrucionais que os licenciandos pretendem utilizar durante a realização dos experimentos, enquanto que a declaração (7) menciona a intenção dos licenciandos em utilizarem materiais do cotidiano durante as experiências, sem contudo, apresentar detalhes desses materiais.

Essas declarações podem ser interpretadas como implicadoras de alternativas ao ensino de mecânica para alunos com deficiência visual, na medida em que os experimentos a serem realizados proporcionem condições, sempre que possível, para o estabelecimento de interfaces não visuais entre discente com deficiência visual e fenômenos trabalhados, bem como, condições para o estabelecimento de interações entre os alunos, interações estas que poderão gerar situações de descrição de fenômenos, principalmente daqueles não observáveis tatilmente e auditivamente (Almeida et. al. 2005), ou de aspectos não visuais dos quais os alunos com deficiência visual podem se atentar mais detalhadamente do que os videntes (Camargo, 2005). Neste contexto, entende-se que a utilização de experimentação articulada às estratégias metodológicas dialógicas/participativas podem, mesmo na hipótese de se trabalhar com experimentos de fenômenos de observação visual, como por exemplo, o luminoso, proporcionar as condições para que o aluno com deficiência visual participe ativamente das práticas educacionais, estabelecendo inclusive no caso do fenômeno estudado não poder ser observado tatilmente e auditivamente, relações indiretas com o mesmo, por meio da mediação descritiva de outros discentes ou do docente (Almeida et. al. op cit).

A declaração (5) apresenta a intenção dos licenciandos de trabalharem em suas atividades aspectos relacionados à relação ciência, tecnologia e sociedade (CTS). Tal declaração, não apresenta detalhadamente as formas com que os mesmos pretendem abordar tal enfoque conceitual, embora na mencionada declaração conste a expressão “falar das tecnologias”, o que pode indicar que os licenciandos pretendam apresentar o mencionado enfoque conceitual por meio de exposição oral de fatos ou situações ligadas à relação CTS (estratégia metodológica diretiva/passiva). O que foi interpretado como possível implicador de alternativa ao ensino de mecânica para alunos com deficiência visual na declaração (5), foi a perspectiva da utilização da oralidade no contexto do ensino de Física. Em outras palavras, embora se reconheça que a simples apresentação oral de aspectos científicos e tecnológicos represente limitações para esta abordagem, a ênfase em uma comunicação oral desvinculada da visual como instrumento de apresentação e descrição de fatos, equipamentos e situações ligadas à relação CTS, pode indicar um caminho de alternativas para a criação de atividades de ensino sobre a relação considerada.

#### IV.II. Análise do grupo de física moderna Quadro (3): Possível implicação de dificuldades

Declarações	Enfoque conceitual	Recurso instrucional	Estratégia metodológica	Justificativa	Implicação
8 (d) Falar de relatividade, tentar mostrar a diferença entre o mundo clássico e quântico, falar de velocidade da luz, tentar trabalhar relatividade partindo da velocidade da luz, talvez seria importante passar um vídeo nesta parte da aula	Relativo aos conceitos de relatividade, velocidade da luz, física clássica e quântica	Multimeio audiovisual (vídeo)	Exposição por meio de vídeos	Sem relação com a visão	Pode implicar dificuldades
9 (p) Ainda sobre o assunto física clássica e física moderna, os alunos serão levados à sala de computação e orientados pelos professores com relação ao uso do CD com o software educacional e que módulo deverão explorar	Relativo aos conceitos de física clássica e moderna	Multimeio visual (computador com software de	Aula expositiva	Sem relação com a visão	Pode implicar dificuldade



naquele dia		interface visual)			
10 (p) As concepções sobre o assunto física clássica e física moderna serão trabalhadas da seguinte maneira: Há alguns nomes de equipamentos que eles deverão separar em duas colunas. Em uma das colunas, deverão ser registrados os equipamentos que eles acreditam se relacionar com a física moderna e na outra, os que não pertencem a essa área da física. Depois serão escolhidos alguns dos equipamentos expostos e explicar-se-ão simplificada e como funcionam e em que bases da física são enquadrados	Relativo às concepções alternativas	Multmeio visual	Análises, classificação e explicação	Sem relação com a visão	Pode implicar dificuldades
11 (p) Também será aplicado outro questionário de concepções espontâneas em outros dias	Relativo às concepções alternativas	Multmeio visual	Respostas à questões de forma individual	Sem relação com a visão	Pode implicar dificuldades

Por meio da declaração (8) os licenciandos explicitaram suas intenções de trabalhar conceitos de relatividade, diferença entre os “mundos clássicos e quânticos”, corpos à velocidade da luz, ou seja, os fenômenos inerentes à teoria da mecânica quântica e da relatividade. Essas teorias apresentam explicações para uma realidade fundamentada em dimensões subatômicas e velocidades da ordem da velocidade da luz, realidade esta não observável visualmente. Entretanto, planejam os licenciandos utilizarem como recurso instrucional para a apresentação desses conceitos, um multmeio audiovisual, ou seja, o vídeo. Isto denota a intenção da realização da transformação de fenômenos não visíveis em representações visíveis desses fenômenos, o que pode distorcer a compreensão de elementos conceituais relativos a estes objetos. Por exemplo, a explicação apresentada pela mecânica quântica ao átomo, sua forma, constituição, localização dos elétrons, spin, etc., fundamenta-se em conceitualizações energéticas, o que inviabiliza o estabelecimento de analogias e metáforas desses objetos com elementos de uma realidade macroscópica e de velocidades desprezíveis em comparação com a da luz. Por outro lado, fenômenos relativísticos como a deformação espaço/tempo decorrente da invariabilidade da velocidade da luz em relação aos referenciais não inerciais, caberiam mais à representações abstratas e não à representações “objetivas” que se tentam produzir por meio da criação de modelos imagem desses fenômenos (Camargo, 2000). Inclusive sobre este aspecto, entende-se que alunos com deficiência visual poderiam apresentar certa “vantagem” em abstrair fenômenos como os mencionados pelo fato de não possuírem a necessidade de produzirem representações visuais de fenômenos estudados por eles. Em outras palavras, se um aluno é cego de nascimento, e portanto, nunca teve experiências visuais, os modelos mentais que este aluno produz da realidade Física, não apóiam-se em imagens visuais (Vigotski 1997), e isto como hipótese, poderia ser um fator positivo produzido pela deficiência visual para a compreensão ou criação de modelos de fenômenos quânticos e relativísticos. Destaca-se, contudo, que este tema, relativo à deficiência visual e ao ensino de fenômenos quânticos e relativísticos, carece de investigação, representando no momento apenas uma hipótese.

A declaração (9) trata do planejamento da utilização de um software denominado “Tópicos de Física Moderna”, software este desenvolvido por Machado (2005) para a realização de um projeto de doutorado (Machado, 2006). Este software apresenta conteúdos de física moderna por meio de

textos que podem ser acessados por temas explicitados em ícones na tela do computador. A variedade de temas permite aos alunos certa autonomia no direcionamento dos conteúdos que pretendem estudar, já que para cada texto acessado, uma variedade de ícones com temas relacionados ao conteúdo lido, surge ao lado do texto. Dessa forma, se um aluno está interagindo no computador com textos ou figuras relacionadas a um determinado tema de física moderna, e se interessa por um outro apresentado na tela por meio dos ícones, ele pode clicar com o mouse o tema de seu interesse, e o computador mostra na tela outro texto sobre o tema escolhido e fornece ao usuário novamente as opções de outros temas. O que foi interpretado como possível implicador de dificuldade acerca do recurso instrucional apresentado, refere-se a um aspecto de âmbito metodológico e de interface. Tal aspecto será analisado na seqüência.

Na hipótese da opção metodológica adotada pelo docente para a utilização do mencionado recurso instrucional fundamentar-se numa estratégia diretiva / passiva, ou seja, na interação individual do aluno com o computador, o problema relacionado à deficiência visual estará na operacionalização por parte do discente com deficiência visual do programa educacional em questão. Em outras palavras, se o aluno não enxerga, como ele vai ler e acessar os ícones do programa? Neste contexto, o referido aluno encontrar-se-á numa condição de inoperabilidade mediante o programa educacional. Por outro lado, a existência de sintetizador de voz para realizar a interface auditiva das informações contidas na tela do computador, pode não representar soluções à dificuldade indicada. É necessário conhecer as condições de operacionalização do programa educacional aqui analisado, haja vista, a possibilidade de que o mesmo tenha sido construído para ser manipulado apenas por controles do mouse, como é o caso de muitas páginas da internet, inacessíveis a usuários com deficiência visual por não permitirem ou dificultarem a interação de seus ícones por comandos oriundos do teclado dos quais destaca-se a tecla tab. Um outro aspecto de dificuldade gerado na utilização individual do programa educacional analisado, refere-se à ineficácia de sintetizadores de voz para computador, como é o caso do Virtual Vision, em descrever informações contidas em figuras, gráficos, equações etc. Neste caso, seria necessário a disponibilização ao aluno com deficiência visual, de maquetes desses elementos, ou mesmo, de programas computacionais que estabelecem interfaces táteis com o usuário. Portanto, entende-se que é necessário articular a utilização do programa educacional de física moderna às estratégias dialógicas/participativas, articulação esta que poderia proporcionar condições de colaboração entre os discentes com e sem deficiência visual.

As declarações (10) e (11) referem-se ao planejamento do tratamento das concepções alternativas dos alunos, tratamento este que se fundamenta em estratégias metodológicas que por contemplarem atitudes discentes de reflexão, análise, tomadas de decisão, e atitudes docentes de conhecimento das idéias dos alunos durante todo o processo educacional, aproximam-se de estratégias dialógicas/participativas. A estrutura geral metodológica para o tratamento das concepções parece adequada, contudo, um aspecto da

mencionada estrutura foi interpretado como possível implicador de dificuldade ao ensino de Física para alunos com deficiência visual, ou seja, as ações de escolha e classificação de “nomes de equipamentos” e posterior separação e escrita desses nomes em colunas. Esta dificuldade pode ser sanada se for disponível aos alunos os nomes dos equipamentos em braile, ou mesmo se existir a possibilidade de se dispor aos alunos os próprios equipamentos a fim de que os mesmos possam ser tocados e manipulados. Uma outra possibilidade é articular uma estratégia metodológica que de condições para que os alunos videntes trabalhem em conjunto com os alunos com deficiência visual, o que poderia proporcionar situações de ajuda entre esses alunos, ou seja, os alunos videntes poderiam ler os nomes dos equipamentos e anotar a classificação indicada pelo discente com deficiência visual. O docente também poderia executar essa ação colaborativa.

**Quadro (4): Possível implicação de alternativas**

Declarações	Enfoque conceitual	Recurso instrucional	Estratégia metodológica	Justificativa	Implicação
12 (d) Também falar sobre uma parte da história, isto seria a primeira aula	Relativo à história da ciência	Não mencionado	Aula expositiva	Sem relação com a visão	Pode implicar alternativa
13 (p)Mostrar-se-á aos alunos que através da história da ciência houve contribuições importantes para a sociedade	Relativo à história da ciência	Não mencionado	Aula expositiva	Sem relação com a visão	Pode implicar alternativa
14 (p) A partir do ponto de vista histórico, discorrer-se-á sobre o surgimento e desenvolvimento dessas duas teorias (teoria da relatividade e da mecânica quântica) reafirmando que ambas ainda são questionadas	Relativo à história da ciência	Não mencionado	Aula expositiva	Sem relação com a visão	Pode implicar alternativa
15 (d) Na primeira aula fazer uma introdução do tema de física moderna e falar também dos avanços tecnológicos com essa parte de ciências e a parte de sociedade	Relativo à ciência, tecnologia e sociedade	Não mencionado	Aula expositiva	Sem relação com a visão	Pode implicar alternativa
16 (p) Vamos buscar relacionar os temas de física clássica com a ciência/tecnologia/sociedade até chegar à física moderna	Relativo à ciência, tecnologia e sociedade	Não mencionado	Aula expositiva	Sem relação com a visão	Pode implicar alternativa
17 (p) Serão discutidos os acidentes nucleares as bombas atômicas e outras formas de energia. Esses debates abordarão a ética e a não imparcialidade do papel da ciência e do cientista nesses episódios	Relativo à ciência, tecnologia e sociedade	Não mencionado	Realização de debates	Sem relação com a visão	Pode implicar alternativa
118 (p) Os alunos reunir-se-ão em grupos para tentar responder a algumas questões do CD que serão previamente escolhidas pelos professores. As questões do CD que não forem selecionadas para os grupos de alunos poderão ser usadas pelos professores para esclarecimentos adicionais	Relativo à conceitos de física moderna	Multmeio visual (computador com software de interface visual)	Trabalho em grupos com situações problema	Sem relação com a visão	Pode implicar alternativa
19 (p) Os alunos também serão divididos em grupos para tentar responder a algumas perguntas sobre relatividade do CD selecionadas pelo professor	Relativo ao conceito de relatividade	Multmeio visual (computador com CD tópicos de física moderna)	Trabalho em grupos com situações problema	Sem relação com a visão	Pode implicar alternativa
20 (p) A avaliação será feita em grupos, algumas vezes em relação a	Relativo aos conceitos de	Multmeio visual	Avaliação em grupos sobre	Sem relação com a visão	Pode implicar alternativa

que nível de respostas os alunos conseguiram chegar nas questões propostas, que já foram formuladas e estão no software educacional	física moderna	(computadores com software educacional)	questões		
21 (p) Será apresentada a peça teatral: luz, onda ou partícula? Protagonizada pelos professores. Como a peça se passa em um tribunal de justiça, os alunos participarão como corpo de jurados, dando o desfecho final da história	Relativo ao conceito de dualidade da luz	Não mencionado	Peça teatral com participação dos docentes e dos discentes	Sem relação com a visão	Pode implicar alternativa
22 (p) No caso das aulas referentes à dualidade do comportamento da luz o teatro será a ferramenta de avaliação, já que serão os alunos por meio dos conhecimentos adquiridos nas aulas que decidirão o desfecho da história	Relativo ao conceito de dualidade da luz	Não mencionado	Avaliação por meio do teatro	Sem relação com a visão	Pode implicar alternativa

As declarações de (12) à (22) foram organizadas em quatro conjuntos de acordo com semelhantes aspectos do enfoque conceitual dos conteúdos, das estratégias metodológicas e dos recursos instrucionais que as caracterizam. As declarações (12), (13) e (14) (conjunto -1) possuem características semelhantes por referirem-se ao planejamento da abordagem do enfoque histórico dos conceitos de física moderna, as declarações (15), (16) e (17) (conjunto -2) caracterizam-se por abordarem o planejamento do tratamento das relações ciência, tecnologia e sociedade durante o mini-curso, as declarações (18), (19) e 20) (conjunto -3) assemelham-se por contemplarem o planejamento da utilização do software educacional articulado às estratégias metodológicas dialógicas/participativas, e as declarações (21) e (22) (conjunto -4) referem-se ao uso de uma estratégia metodológica dialógica/participativa fundamentada na realização de uma peça teatral no tratamento educacional de conceitos de física moderna.

As declarações constituintes do conjunto (1) e que são relativas ao enfoque histórico dos conteúdos de física moderna, caracterizam-se pelo tratamento educacional do mencionado enfoque fundamentar-se em aulas expositivas de fatos ou acontecimentos históricos. Como hipótese, supõe-se que os licenciandos entendam a abordagem histórica apenas como uma ferramenta ilustrativa e exemplificadora de fatos e acontecimentos, o que se por um lado limita a referida abordagem, por outro pode representar na perspectiva da importância do tratamento dos fatos e acontecimentos históricos, uma alternativa ao ensino de física moderna para alunos com deficiência visual. Tal alternativa, fundamenta-se na viabilidade do emprego da oralidade em aulas de Física, oralidade esta que bem articulada à estratégias metodológicas dialógicas/participativas, como é o caso de leitura de textos paradidáticos que abordem aspectos históricos dos conteúdos, podem proporcionar a ocorrência de episódios colaborativos de ensino, nos quais alunos com e sem deficiência visual assumiriam papéis complementares de leitura, interpretação e discussão. Entretanto, mesmo na perspectiva diretiva/passiva do enfoque histórico dos conteúdos, como é o caso da exposição oral dos mesmos, estes fatores metodológico e conceitual articulados podem representar uma alternativa ao ensino de física moderna para alunos com deficiência visual. Esta alternativa, vincula-se às características da informação a ser oralmente

apresentada, referentes à descrição de fatos e acontecimentos históricos, e na capacidade receptiva auditiva do aluno com a mencionada deficiência. Ao contrário da comunicação audiovisual interdependente que caracteriza a exposição ou demonstração de equações e problemas físicos, entende-se que a comunicação de fatos históricos não apresenta tal interdependência, o que permite ao aluno com deficiência visual a possibilidade de acompanhamento e compreensão das informações comunicadas.

As declarações que constituem o conjunto (2) referem-se ao planejamento do enfoque das relações ciência, tecnologia e sociedade nas atividades do mini-curso de física moderna. Essas declarações possuem duas características metodológicas distintas, ou seja, as declarações (15) e (16) caracterizam-se por contemplarem a utilização de aula expositiva para o tratamento das relações CTS (estratégia diretiva/passiva), e a declaração (17) contempla a realização de debates no tratamento da mencionada relação (estratégia dialógica/participativa). Tal como na abordagem histórica dos conteúdos de física moderna, entende-se que a exposição oral de elementos da relação CTS não caracterize-se por uma comunicação audiovisual interdependente, e dessa forma, esta estratégia metodológica poderia representar uma alternativa ao ensino de física moderna para alunos com deficiência visual, por fundamentar-se numa comunicação oral acessível à alunos com a mencionada deficiência, embora limite a abordagem aqui considerada à transmissão/recepção de informações. Por outro lado, a declaração (17) apresenta uma alternativa viável para o tratamento educacional da relação CTS nas atividades de ensino de física moderna, alternativa esta que supõe-se superar aspectos limitadores da abordagem anteriormente mencionada, ou seja, a realização de debates acerca de temas relativos à ciência, tecnologia e sociedade. Esses debates, que poderiam ser organizados pelo docente tendo como pano de fundo, situações problema abertas, ressaltam a importância da oralidade em aulas de Física que contemplem a presença de alunos com deficiência visual, como também, a criação de ambientes colaborativos e interativos de ensino/aprendizagem. Neste sentido, entende-se como hipótese ser viável a utilização de leituras de textos paradidáticos nas atividades de ensino de física moderna que abordem a relação CTS, já que este instrumento pode criar as condições de colaboração, interação, discussão, questionamentos, bem como, de desviar parcialmente a direção da condução dos temas discutidos do referencial docente para o discente (Assis e Teixeira, 2004).

As declarações (18), (19) e (20), que formam o conjunto (3), referem-se à utilização de um multmeio visual em articulação com estratégias metodológicas dialógicas/participativas no tratamento educacional de conceitos de física moderna. Em linhas gerais, as declarações (18) e (19) referem-se à realização de trabalhos em grupos sobre questões contidas no CD educacional (Machado, 2005), e a declaração (20) refere-se à um dos modelos de avaliação que os licenciandos planejam aplicar durante o mini-curso, isto é, a avaliação em grupos acerca de questões contidas no referido CD. Considera-se que embora o CD educacional estabeleça entre o usuário desse multmeio e a informação apresentada por ele, uma interface visual, o que poderia inviabilizar a utilização

desse recurso instrucional por alunos com deficiência visual, a articulação entre multimeio e estratégia metodológica que os licenciandos planejam realizar, pode suprir as dificuldades relativas à mencionada interface, pois, possibilita a criação de condições de colaboração entre alunos com e sem deficiência visual. Essas condições de colaboração objetivam romper com dificuldades oriundas de operacionalizações individuais de equipamentos, operacionalizações estas que ao representarem pré-requisitos à realização de uma determinada ação educacional, inviabilizam a realização da ação, funcionando como fonte geradora de dificuldade ao aluno impossibilitado de realizar a mencionada operacionalização. Neste sentido, por muitas vezes a própria operacionalização ganha mais importância que a ação educacional, condenando a utilização de determinado recurso instrucional por alunos que encontrem-se impossibilitados de operarem estes recursos instrucionais. Ainda nesta linha de raciocínio, as condições de colaboração anteriormente mencionadas, podem apresentar uma alternativa à dificuldade de interação entre o aluno com deficiência visual e as informações contidas nos multimeios visuais, já que, de acordo com a articulação entre estratégia metodológica e multimeio visual em questão, ou seja, a realização de trabalhos em grupos sobre questões contidas no CD educacional, é perfeitamente possível o surgimento de episódios de ensino, nos quais alunos videntes falem as informações do CD, e todos os alunos participem com argumentações durante as discussões. Este tipo de articulação pode representar alternativas para a problemática da avaliação de alunos com deficiência visual em contextos educacionais de Física, pois, tira o foco da avaliação da individualização e da padronização de ações, dando condições ao docente de receber informação oral e/ou escrita de todos os alunos, sendo a primeira oriunda dos momentos de discussões, e a segunda oriunda do registro escrito das sínteses realizadas, por exemplo, por um aluno vidente pertencente à um determinado grupo.

As declarações (21) e (22) (conjunto – 4) referem-se à utilização de peça teatral para o tratamento educacional de conceitos de física moderna (estratégia dialógica/participativa). A declaração (21) refere-se ao planejamento por parte dos licenciandos para a apresentação do fenômeno do comportamento dual da luz, e a declaração (22) refere-se ao planejamento para a avaliação dos conceitos relativos a este fenômeno. Pelo que descreve as declarações, a estratégia metodológica considerada, pretende envolver por meio de uma peça teatral, docentes e discentes. Tal estratégia metodológica foi interpretada como possível implicadora de alternativa ao ensino de física moderna para alunos com deficiência visual, já que, supõe-se que os licenciandos, por meio dessa estratégia, vejam-se motivados a não relacionarem de forma vinculada, os conceitos a serem trabalhados à uma comunicação audiovisual interdependente como aquelas oriundas da exposição oral de representações visuais de modelos imagem. Acerca desse tema, cabe a análise do seguinte aspecto. Como aponta Moreira (1999), o conhecimento científico é metafórico, não representando a realidade objetiva, ontológica de um determinado fenômeno ou evento. Neste contexto, o ser humano busca, por meio de metáforas e analogias, representar modelos acerca do objeto que pretende conhecer.

Com a luz, por exemplo, isto vem ocorrendo através dos anos, sendo que este objeto tem sido interpretado e relacionado a elementos conhecidos do homem, e de forma específica, à partícula e à onda. Muitos foram os debates históricos acerca desse tema, o que culminou na interpretação atual da dualidade partícula onda para a natureza da luz. Esta interpretação, além de adequar-se à explicação de fenômenos relacionados à luz, torna compreensível e “mentalmente observável” e “visualmente representável” um objeto que não pode ser visto, isto é, a estrutura que constitui a luz. Assim, relacionando de forma simplificada a “observação mental” a elementos de conhecimento e a “representação visual” a elementos de ensino, torna-se natural em uma cultura de videntes (Mazine, 1994) a associação entre conhecer/ensinar um determinado objeto e ver esse objeto. Nesta linha de raciocínio, entende-se que quanto mais as variáveis “cultura de videntes”, “estratégias metodológicas diretivas/passivas” e “comunicação audiovisual interdependente” articularem-se, mais relacionar-se-ão os elementos “conhecer e ensinar um determinado objeto” à “representações visuais” desse objeto.

Estes fatores, além de representarem limitações ao ensino e a aprendizagem dos fenômenos relativos à natureza da luz, colocam o aluno com deficiência visual numa posição de dificuldade mediante o ensino e a aprendizagem desse fenômeno. Portanto, entende-se como hipótese, que uma peça teatral que trate do tema dualidade da luz a partir de um contexto participativo de professores e alunos, desarticule a comunicação das informações trabalhadas do vínculo estreito entre oralidade, visualização e compreensão, vínculo este que caracteriza modelos de ensino como, por exemplo, as aulas expositivas. Não obstante, nota-se que os licenciandos planejaram proporcionar condições de participação ativa dos discentes durante a peça, ou seja, “os alunos participarão como corpo de jurados, dando o desfecho final da história” (declaração-21). Tal participação tem para os licenciandos, objetivos explícitos de avaliação dos alunos, e representa implicitamente as condições ao estabelecimento de interações entre os alunos nas quais distintas formas de compreender e observar o fenômeno de ensino venham a tona.

#### **V. Considerações finais**

A principal dificuldade apresentada pelos licenciandos refere-se à relação direta entre observar visualmente um determinado fenômeno e/ou modelos ou representações do referido fenômeno e a elaboração de estratégias metodológicas para o ensino desse fenômeno. tais estratégias geralmente são fundamentadas na utilização da lousa ou na elaboração ou adaptação de experimentos a serem demonstrados. Essa dificuldade indica que os critérios adotados pelos licenciandos para a elaboração das atividades de ensino apoiam-se em critérios de elaboração de atividades adotados para alunos videntes. Em outras palavras, o “conhecer um determinado fenômeno” e o “ensinar um determinado fenômeno” tem para os licenciandos fortes relações com o “ver esse fenômeno”. Tal relação, entretanto, pode ser questionada e destituída se uma reflexão breve e atenta acerca de alguns fenômenos da Física for realizada. A teoria de campo utilizada pela ciência para explicar

interações à distância entre corpos pode ser um exemplo para o questionamento da relação mencionada. Nesta perspectiva se poderia perguntar: É possível a observação visual dos campos gravitacional, elétrico ou magnético? Para o caso do campo gravitacional o que se observa visualmente são efeitos produzidos por ele como a atração dos objetos, para o caso dos campos magnético e elétrico observa-se a atração ou repulsão, produzidas por eles em determinados materiais, contudo a observação visual direta desses campos não ocorre.

Seguindo esta linha de pensamento, outras questões poderiam ser feitas: É possível observar visualmente o átomo? É possível observar visualmente prótons, nêutrons, elétrons, fótons, etc.? É possível ver radiações ultravioletas ou infravermelhas? É possível observar visualmente as ondas eletromagnéticas (comprimento, frequência e amplitude da onda) que constituem, por exemplo, um raio de luz verde? Embora esses fenômenos ou objetos não possam ser observados diretamente pela visão, estratégias metodológicas dependentes da observação visual para o ensino desses fenômenos são desenvolvidas e aplicadas junto a alunos videntes.

Portanto, questões como as discutidas representam tabus e obstáculos a serem superados na perspectiva do ensino de Física, já que, um excesso de estratégias metodológicas centradas em representações visuais na lousa por meio de desenhos, esquemas, modelos imagem apresentados em filmes, softwares, indicam a preocupação dentro do contexto educacional de Física acerca da criação ou do estabelecimento exclusivo de interfaces visuais entre o objeto de conhecimento e os alunos, embora muitas vezes tal interface seja incompleta e prejudique ou limite o estudo de um determinado fenômeno físico.

Por outro lado, estratégias metodológicas centradas na oralidade acerca de enfoques do conteúdo como foi o caso das propostas de exposição oral das abordagens histórica, das relações CTS e da utilização de peça teatral em aulas de física, foram interpretadas como alternativas dentro da superação da problemática do ensino de Física e da deficiência visual. Entende-se que estratégias metodológicas que utilizem os elementos descritos podem representar uma alternativa viável e eficaz para dicotomizar a relação ensino de física/representações visuais, relação de interação entre alunos e conteúdo excessivamente utilizada e altamente excludente. Nesta perspectiva, ganha destaque uma educação inclusiva na qual alunos com deficiência visual e videntes poderiam assumir relações complementares de colaboração, onde caberia aos alunos videntes as ações de leitura, e a todos os alunos as ações de interpretação, reflexão, discussão etc.

Por fim, destaca-se que as alternativas apresentadas em conjunto com a superação das dificuldades expostas, se por um lado indicam caminhos para o ensino dos fenômenos mencionados para alunos com deficiência visual, por outro, podem também representar um caminho para o ensino dos alunos videntes, embora essa possibilidade não tenha sido apresentada de forma explícita pelos licenciandos.



## VI. Referências bibliográficas

- ALMEIDA D. R. V., MACIEL FILHO R. P., CAMARGO E. P. e NARDI, R. Ensino de Óptica para alunos com deficiência visual: análise de concepções alternativas: In: atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. ABRAPEC, Bauru, 26 de novembro a 03 de dezembro, 2005.
- ARANHA, M.S.F. O processo de mobilização social na construção de um contexto comunitário inclusivo. In: OLIVEIRA, M.L.W. de (org.). Inclusão e Cidadania. Niterói: Nota Bene, p. 32-38, 2000(a).
- ASSIS, A; TEIXEIRA, O. B. P. Contribuições e Dificuldades Relativas à Utilização de um Texto Paradidático em Aulas de Física. In: Anais Eletrônicos: IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (IX EPEF), Jaboticatubas-MG, 2004.
- BARDIN, L. Análise de Conteúdo. Lisboa: Edições 70, 1977. 225 p.
- CAMARGO, E. P. O ensino de Física no contexto da deficiência visual: elaboração e condução de atividades de ensino de Física para alunos cegos e com baixa visão. Campinas, Tese. Doutorado em Educação, Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 2005.
- CAMARGO, E. P., SILVA, D. Desmistificar a Deficiência Visual como Primeiro Passo para Ações Educativas de Física. In: Anais Eletrônicos: Saberes Teóricos e Saberes da Prática na Formação dos Professores: 5º Congresso regional de educação, São José do Rio Pardo-SP, 2004 ().
- CARVALHO, A.M.P. e GIL-PEREZ, D. Formação de Professores de Ciências. São Paulo: Cortez, 120 p, 1994.
- FERREIRA, J. R. A nova LDB e as necessidades educativas especiais. In: Caderno CEDES. v. 19 n. 46 Campinas, 1998.
- FERREIRA, J. R. e NUNES, L. R. A educação especial na nova LDB. Comentário sobre a educação especial na LDB. In: ALVES, N. E VILLARDI, R. (org.). Múltiplas leituras da nova LDB. Livro organizado por N. Alves e R. Villardi. Rio de Janeiro: Dunya, pp.17-24, no prelo, 1997.
- GARDNER, J. A., BARGI RANGIN, H., BULATOV., V, KOWALLICK, H., and LUNDQUIST, R. (1997). The problem of Accessing Non-Textual Information on the Web, Proceedings of the 1997 Conference of the W3 Consortium, Santa Clara, CA, April, 1997.
- LIBÂNIO, J. C. Didática, Cortez Editora, São Paulo, 263 p. 1994.
- MACHADO, D. I. Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia. 300 p. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) -Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2006.
- MACHADO D. I., CD-ROM: Tópicos de Física Moderna – Software Educacional Hipermídia para Ensino Médio – Versão 1.0 – Abril de 2005.
- MASINI, E. F. S. Impasses sobre o Conhecer e o Ver, in: O perceber e o relacionar-se do deficiente visual: orientando professores especializados. Brasília: CORDE, 1994.
- MOREIRA, MARCO A. Aprendizagem significativa. Brasília: Editora da UnB. 129p, 1999.

PARRA, N., PARRA, I.C.C. Técnicas audiovisuais de educação. 5 ed. São Paulo: Pioneira, 1985.

VIGOTSKI, L. S. Fundamentos de defectologia: El niño ciego. In: Problemas especiales da defectologia. Havana: Editorial Pueblo Y Educación, p. 74-87, 1997.

PÉREZ, D. G., ALÍS, J. C., DUMAS-CARRÉ, A., MAS C. F., GALLEGU, R., DUCH, A. G., GONZÁLEZ, E., GUIASOLA, J., MARTÍNEZ-TORREGROSSA, J., CARVALHO, A. M. P., SALINAS, J., TRICÁRIO, H. VALDÉS, P. Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? Enseñanza de la ciencia, 18 (1), 1999.